

R 3835

ISSN 0395—7217

Décembre 1983
Trimestriel

fascicule

4

BULLETIN

D'ÉCOLOGIE

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

(Reconnue d'utilité publique par décret du 31 mars 1976)

Bureau pour l'année 1984 :

Président : P. PESSON, 55 avenue Duquesne, 75007 Paris.

Vice-Présidents : J.C. LEFEUVRE, Laboratoire d'Évolution des Écosystèmes naturels et modifiés - Muséum National, 36, rue Geoffroy, Saint-Hilaire, 75231 Paris Cedex 05.

Z. MASSOUD, Laboratoire d'Écologie Générale, Muséum National, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy

Présidents honoraires : G. LEMÉE, P. GRISON, J.A. RIOUX, C. DELAMARE DEBOUDEVILLE.

Secrétaire Générale : Germaine RICOU, Laboratoire de Recherche sur les Écosystèmes prairiaux - INRA - 16, rue Dufay, 76100 Rouen.

Secrétaire Général adjoint : P. BLANDIN, Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05.

Trésorier : F. DE BEAUFORT, Secrétariat Faune Flore, Muséum National, 57, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.

Trésorier adjoint : M. AMANIEU, Laboratoire d'Hydrobiologie, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

Bulletin d'Écologie :

Directeur de la Publication : Secrétaire Générale

Fabrication du Bulletin : R. DAJOZ, Laboratoire d'Écologie Générale, Muséum National, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy.

Conseil pour l'année 1984 :

AMANIEU M. (adresse ci-dessus).

BARBAULT R., Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris cedex 05.

DE BEAUFORT F. (adresse ci-dessus)

BELLAN G., Station Marine d'Endoume, CNRS, rue Bataillon des Lions, 13007 Marseille.

BLANDIN P. (adresse ci-dessus).

DOUDOURESQUE C., Laboratoire de Biologie Végétale, UER des Sciences de la Mer et de l'Environnement, Luminy — 70, route Léon Lachamp, 13288 Marseille Cedex 2.

BOURNAUD M., Département de Biologie animale et Écologie, Université Claude Bernard, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

CHARLES P.J., Laboratoire de Sylviculture et d'Écologie de la Pinède landaise, I.N.R.A., Domaine de l'Hermilage, Pierroton, 33610 Cestas principal.

DAJOZ , (adresse ci-dessus).

DELAMARE-DEBOUDEVILLE C., Laboratoire d'Écologie Générale, Muséum National, 4, avenue du Petit Château, 91800 Brunoy.

DECAMPS H., Centre d'Écologie des Ressources Renouvelables, 29, rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse Cedex.

DELPECH R., Laboratoire de Botanique et d'Écologie végétale, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

GILOT B., Laboratoire de Biologie végétale, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, B.P. 53, 38041 Grenoble Cedex.

GRENOT C., Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05.

GUYETANT R., Laboratoire de Biologie végétale, faculté des Sciences, La Bouloie, 25030 Besançon Cedex.

JARRY D., Laboratoire de Parasitologie, Institut de Botanique, rue Auguste Broussonnet, 34060 Montpellier Cedex.

LAMOTTE M., Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05.

LEBRETON P., Département de Biologie végétale, Laboratoire de Phytochimie (Systématique et Écologie), Université Claude Bernard, 43, Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

LEFEUVRE J.C. (adresse ci-dessus).

LEGAY J.M., Département de Biologie Générale et Appliquée, Laboratoire de Biométrie, Université Claude Bernard, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

LOSSAINT P., CNRS, CEPE Louis Emberger, route de Mende, B.P. 5051, 34033 Montpellier Cedex.

MASSOUD Z. (adresse ci-dessus).

PESSON P. (adresse ci-dessus).

RAMADE F., Laboratoire de Zoologie, Université Paris-Sud, 91405 Orsay Cedex.

RICOU G. (adresse ci-dessus).

RIOUX J.A., Laboratoire de Parasitologie, Institut de Botanique, rue Auguste Broussonnet, 34060 Montpellier Cedex.

TREHEN P., Station biologique de Paimpont, 35380 Plélan-le-Grand.

Décembre 1983
Trimestriel

fascicule 4

BULLETIN D'ÉCOLOGIE

SOCIÉTÉ d'ÉCOLOGIE

Reconnue d'utilité publique par décret du 31 mars 1976

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL

C/O Secrétariat «Faune Flore»

57, rue Cuvier, 75231 PARIS Cedex 05

Tél. 336.54.32

Publié avec le concours financier du Ministère de l'Environnement

Tome 14



Bibliothèque Centrale Muséum



33001004085411

sw M988

L'AVENIR DE L'ÉCOLOGIE FRANÇAISE

Le Gouvernement a chargé d'une part M. DI CASTRI, Directeur de la division des Sciences Écologiques à l'UNESCO, d'autre part M. HENRY, Directeur du Laboratoire d'Économétrie de l'École Polytechnique, de préparer deux rapports sur l'Écologie en France, orientés sur les problèmes d'organisation et de développement de la recherche, ses applications à la gestion du patrimoine naturel, les problèmes de formation en Écologie.

Ces rapports ont été remis le premier au Ministère de l'Industrie et de la Recherche au dernier trimestre 1983, le second au Secrétariat d'État chargé de l'Environnement et du Cadre de Vie au premier trimestre 1984.

LA SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

a invité

M. DI CASTRI & M. HENRY

le 10 mai 1984 à 10 H

à l'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

Grand Amphithéâtre

195, rue Saint-Jacques — PARIS 5^e

M. DI CASTRI et M. HENRY présenteront les conclusions essentielles de leurs missions et participeront au débat qui suivra (10 H à 12 H, puis 14 H à 16 H 30).

Tous les Membres de la Société d'Écologie sont invités à participer à cette importante réunion

N.B. Le rapport de la mission DI CASTRI est publié à la Documentation Française et ses annexes paraîtront dans le Bulletin d'Écologie.

RÉUNION DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ

le 10 mai 1984 à 17 H

ECOLE NORMALE SUPÉRIEURE 46 rue d'Ulm

Salle 511 niveau 5

BULLETIN D'ÉCOLOGIE

— Tome 14 - 1983 - N° 4 — Décembre —

SOMMAIRE

J.L. TOFFART. — Le peuplement des racines de palétuviers en Guadeloupe (Antilles françaises) : I — Analyse floristique et faunistique ; méthodologie et premiers résultats	227
J.P. RAFFIN et J.C. LEFEUVRE. — Réflexions sur la gestion d'un Ongulé sauvage dans les zones protégées : le cas du Chamois <i>Rupicapra rupicapra</i> L. dans les Alpes françaises ...	241
R. CARBIENER. — Le Grand Ried central d'Alsace : écologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane	249
J.L. MARTIN et J.C. THIBAUT. — Les oiseaux de la Réserve naturelle de Scandola (Corse) : inventaire et structure des peuplements	279
R. LECOMPTE-FINIGER. — Régime alimentaire des civelles et anguillettes (<i>Anguilla anguilla</i>) dans trois étangs saumâtres du Roussillon	297
Résumés de thèses	307
Analyses d'ouvrages	319
Vie de la Société d'Écologie	329

LES PEUPELEMENTS DES RACINES DE PALÉTUVIERS EN GUADELOUPE (ANTILLES FRANÇAISES) : I — ANALYSE FLORISTIQUE ET FAUNISTIQUE ; MÉTHODOLOGIE ET PREMIERS RÉSULTATS

par Jean-Luc TOFFART

Laboratoire de Biologie Marine et de Malacologie
de l'École Pratique des Hautes Études, 55 rue de Buffon,
75005 PARIS

MOTS-CLÉS : mangrove, peuplements de racines, Antilles.

KEY-WORDS : mangrove, root populations, West Indies.

RÉSUMÉ

Cette étude, réalisée en Guadeloupe (Antilles françaises), constitue la première analyse fine et détaillée des peuplements fixés sur les racines du palétuvier rouge (*Rhizophora mangle*). Deux systèmes de peuplements ont été définis : — le système canal, homogène, est caractérisé par une très abondante faune d'Annélides tubicoles et de Crustacés Amphipodes, — le système bordure lagunaire, hétérogène, est caractérisé principalement par la présence d'Éponges et de Tuniciers. La complexité de ce dernier système nous a conduit à y différencier les racines en trois types selon l'abondance des peuplements d'Éponges et de Tuniciers.

La mangrove est un écotone entre le milieu terrestre et le milieu lagunaire et récifal. Il s'agit d'une zone intermédiaire possédant une grande originalité structurale et fonctionnelle qui est encore mal connue. Les palétuviers qui la constituent ont, en général, leur partie inférieure immergée dans l'eau en permanence ou tout au moins périodiquement. Des organismes aquatiques peuvent donc s'y fixer et il est intéressant d'étudier les différents modes de colonisation de ce substrat.

Les premiers travaux concernant l'ensemble des peuplements fixés sur les racines des palétuviers datent de 1958 (GERLACH) mais c'est réellement en 1970 avec les travaux de BACON, en 1973 avec les travaux de KOHLEMAINEN et en 1974 avec ceux de KOHLEMAINEN et HILDNER et de WILCOX *et al.* que l'on voit apparaître des synthèses écologiques. Aucun de ces derniers, ni d'ailleurs, d'autres plus récents traitant également des peuplements de racines de palétuviers (PEREZ GARCIA et VICTORIA RUEDA, 1977) n'aborderont cependant une analyse systématique fine des peuplements. C'est ce dernier point qui a motivé notre étude. Celle-ci s'est déroulée dans le cadre d'une action concertée de la Délégation Générale à la Recherche Scientifi-

SUMMARY

Populations attached to mangrove roots in Guadeloupe (F.W.I.) : I — Floristic and faunistic analysis ; methodology and first results

This study, effecuated in Guadeloupe (French West Indies), represents the first detailed analysis of the populations attached to the roots of the red mangrove (*Rhizophora mangle*). Two population systems have been defined : the canal system which is homogenous and characterized by a highly abundant fauna composed of Annelida tubeworms and of Amphipod Crustaceans ; the shore-line lagoon system being heterogeneous, is characterized principally by the presence of Sponges and Tunicates. The complexity of this latter system has brought us to differentiate the roots into three types according to the abundance of the populations of Sponges and Tunicates.

que et Technique (1) sur les mangroves de la Guadeloupe dans les Antilles françaises.

Cette première partie de notre travail n'aborde que l'aspect qualitatif de la différenciation de peuplements. Nous verrons dans d'autres articles les aspects qualitatifs et quantitatifs de la répartition fine des peuplements ; ce qui nous conduira à expliciter différentes zonations.

I — LE MILIEU D'ÉTUDE

La Guadeloupe est située au milieu de l'arc des petites Antilles et comporte deux îles principales : la Grande Terre à l'est, d'origine calcaire et la Basse Terre, à l'ouest, d'origine volcanique (Fig. 1). Ces deux îles sont séparées par un étroit chenal de marée : la Rivière Salée, débouchant au nord dans le Grand Cul de Sac Marin qui est un lagon fermé par une barrière corallienne s'étirant sur 15 km (BATTISTINI et PETIT, 1979).

1. Action concertée de la D.G.R.S.T. (N° 79-7-0453) : Mangroves et zones côtières : coordonnateur : B. SALVAT.

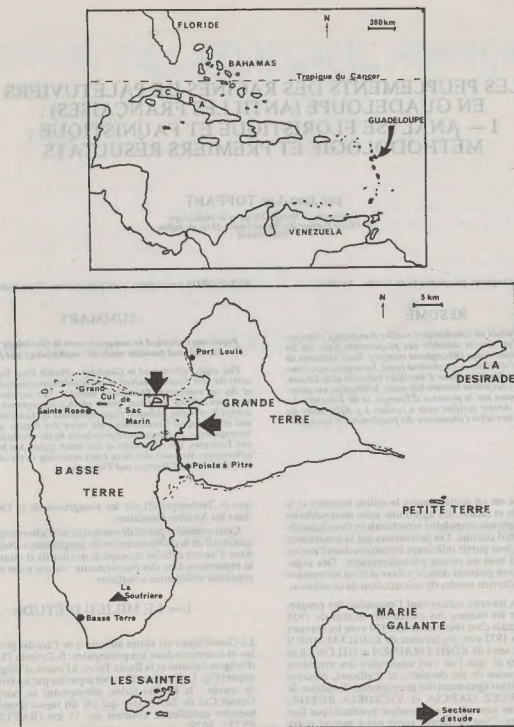


FIG. 1. — La Guadeloupe : Situation sur l'arc antillais et carte générale.

Les 4/5 de la mangrove de la Guadeloupe s'étirent sur les bords du Grand Cul de Sac, le reste étant réparti sur les bords de la Rivière Salée ou disséminé en petites formations autour de la Grande Terre principalement. Les 9/10 de la côte entre Sainte Rose et Port Louis sont bordés par cette mangrove. Aussi avons-nous choisi d'étudier le secteur s'étendant de l'embouchure nord de la Rivière Salée à l'embouchure du canal Perrin et l'Îlet à Fajou (Fig. 2). On a longtemps considéré en Guadeloupe que cette mangrove comportait une partie salée et une partie douce ; d'où les termes de « mangrove marine » et « mangrove lacustre ». En fait, il ne s'agit pas d'une mangrove lacustre mais d'une formation particulière d'arrière mangrove à laquelle on peut donner le nom de zone à *Pterocarpus* du nom de l'espèce végétale dominante de ce secteur : *Pterocarpus officinalis* ; en effet, cet arbre n'a jamais été un palétuvier (PORTECOP, 1980).

LASSERRE et TOFFART (1977), ainsi que LOUIS (1981), délimitent quatre ensembles dans la mangrove de Guadeloupe : les canaux, les micro-lagunes, la bordure de la mangrove et l'intérieur de cette dernière. GALZIN *et al.* (1982) ont complété ce schéma en rajoutant le lagon et le récif corallien afin de considérer l'écosystème littoral dans son ensemble.

La mangrove de la Guadeloupe, formation de la zone intertidale, est soumise à un régime de marée semi-diurne d'une amplitude moyenne de 30 cm. La pente à l'intérieur de la mangrove est quasi nulle. Ainsi la mangrove est périodiquement recouverte par l'eau, à l'exception de la saison sèche où elle reste constamment exondée. Cet état se manifeste directement sur la répartition des peuplements fixés sur les racines des palétuviers ; ils ne se développeront donc pas à l'intérieur de la mangrove guadeloupéenne. La morphologie

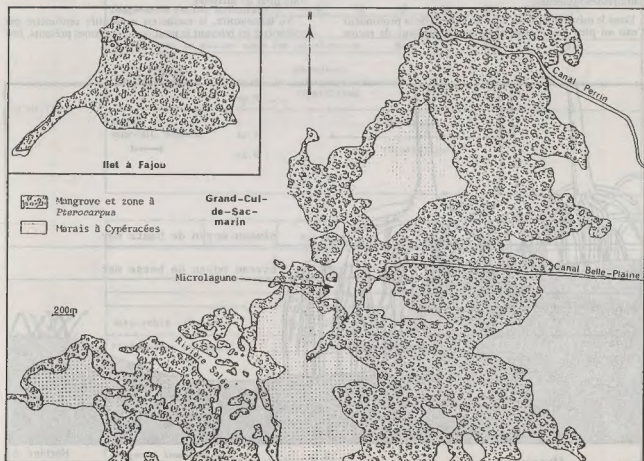


FIG.2. — Détail des zones d'études

de la bordure externe de la mangrove, au contraire, est particulièrement favorable à l'implantation des peuplements sur les racines. En effet, il existe en avant des premières racines une petite dépression permettant à celles-ci d'être constamment immergées (Fig. 3). En Guadeloupe, la bordure de la mangrove étant constituée par une seule espèce de palétuvier *Rhizophora mangle* on ne rencontrera des peuplements que sur ses racines. La profondeur de la bordure excède rarement 3 mètres.

II — TECHNIQUES D'ÉCHANTILLONNAGE

Dans la mesure du possible les racines sont prélevées au hasard dans des stations ne dépassant pas deux mètres sur trois.

La partie haute des racines est sciée puis on dégage l'extrémité inférieure de la racine fixée dans la vase par de nombreuses radicelles.

Dans le même temps, on note les valeurs de la profondeur d'eau au pied des racines ainsi que la hauteur de racine

colonisée. Cependant seule cette dernière mesure permet des comparaisons entre les racines. En effet, les racines n'étant pas récoltées au même instant, le niveau de l'eau lors de la récolte ne peut servir directement de repère du fait du marée, si faible soit-il. Il en est de même pour le fond vaseux, car sa profondeur varie d'une racine à l'autre. Il ne reste en conséquence que le niveau supérieur d'apparition des peuplements sur la racine pour servir de repère. Nous appellerons ce niveau le zéro biologique. La validité de ce paramètre a pu ensuite être vérifiée à de nombreuses reprises. Il est le seul à représenter un niveau constant dans le temps et dans l'espace.

La racine, une fois dégagée, est rapportée au laboratoire dans un sac plastique afin de ne perdre aucun peuplement fixé. Le temps de conservation des organismes est très faible et au bout de quelques heures, il devient difficile, voire impossible de distinguer quoi que ce soit sur les racines. Il ne faut donc récolter qu'un petit nombre de racines à chaque fois et les rapporter le plus rapidement possible au laboratoire pour les analyser.

Au laboratoire, la racine est dépouillée centimètre par centimètre en relevant le nom des organismes présents, leur

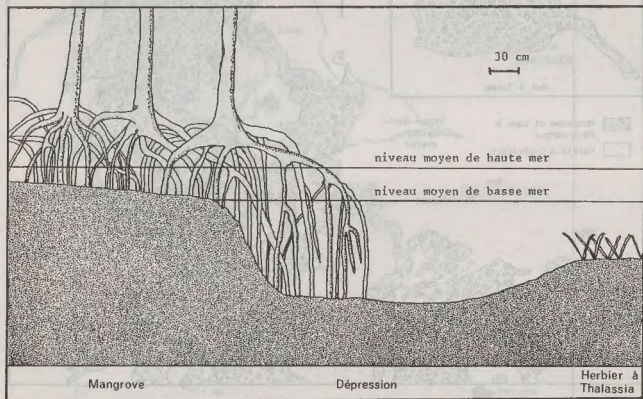


FIG. 3. — Profil général de la bordure externe de la mangrove.

répartition et leur abondance sur une fiche de dépouillement (Fig. 4). Il convient de remarquer qu'à l'exception d'un Serpule et d'une Sabelle, nous avons malheureusement dû faire abstraction des Annélides. Celles-ci, bien qu'appartenant dans leur majorité à la faune vagile, sont plus ou moins inféodées à d'autres espèces animales (Éponges en particulier), ce qui aurait pu les faire retenir pour notre étude. La difficulté de leur extraction et le fait que le temps de l'analyse de chaque racine puisse être multiplié par 2 ou même par 3, nous ont fait abandonner cette idée.

L'étude des fiches ainsi réalisées permet de visualiser directement une multitude de résultats. Le premier de ceux-ci est la liste qualitative des peuplements sessiles rencontrés sur les racines de palétuviers.

III — FLORE ET FAUNE RÉCOLTÉES SUR LES RACINES

Il existe dans la littérature des listes floristiques et faunistiques concernant les mangroves : GERLACH (1958) pour le Brésil et par extension les mangroves de la province Caraïbe, TABB et MANNING (1961) pour la Floride, MAC NAE (1968) pour l'Indo-Pacifique, CÉRAME VIVAS (1974) pour Porto-Rico. Cependant, celles-ci ne précisent pas toujours si les espèces ont été effectivement récoltées sur les racines de palétuviers ou non. Pour la province Caraïbe, principalement pour la Guadeloupe et Porto-Rico et de façon moins complète pour Trinidad et la Floride, nous avons pu établir

FICHE TYPE

N° de la racine	date	localité	profondeur d'eau
longueur de racine colonisée 0 6 12 18 24 30 36 40			
diamètre de la racine sans les peuplements Xcm Xcm Xcm			
Flore algale nom de l'espèce		abondance sp.A ————— sp.B répartition	
Faune nom de l'espèce		abondance sp.A ————— sp.B répartition	

EXEMPLE DE
FICHE REMPLIE

B 2	17/08/75	Belle Plaine	31cm
0 6 12 18 24 30 36 42cm			
4,0cm		4,4cm	4,2cm
Bostrychia rivularis		+	
Ficopomatus miamensis		560 individus/10cm	
Corophium sp.		204 ind./10cm	
Gammarus sp.		2 ind./10cm	
Munnoides caribbea		2 ind./10cm	
Congeria leucophaeata		2	

FIG. 4. — Fiches de dépouillement des racines

	GLAD	PR	TRINI	FLOR		GLAD	PR	TRINI	FLOR
ANNÉLIDES					ARTHROPODES/CRUSTACÉS				
Sabellidae					Amphipodes				
<i>Sabella alga</i>		*	*		<i>Glaucopati</i> sp				*
<i>Sabella melanostigma</i>	*	*			<i>Hyale</i> sp				*
<i>Sabellastrea magnifica</i>		*		*	<i>Paracappella pusilla</i>				*
Terebellidae					Isopodes				
<i>Terebella annulifilis</i>		*	*		<i>Diez bernardi</i>		*		*
<i>Terebella pterochaeta</i>	*	*			<i>Munnaides caribbea</i>		*		*
<i>Terebellides stroemii</i>	*	*			<i>Pygodomus tuberculata</i>		*		*
<i>Polysira</i> sp	*	*			<i>Sphaeroma quadridentata</i>				*
<i>Lucina medusa</i>			*	*	<i>Sphaeroma terebrans</i>			*	*
<i>Eupolyomia nebulosa</i>			*	*	<i>Toti</i> sp			*	*
Serpulidae					ÉCHINODERMES				
<i>Serpula</i> spp.	*	*			Ophiurides				
<i>Dextaspira cf. foraminosa</i>	*	*			<i>Ophiacelis savignyi</i>		*		*
<i>Eupomatia sanctaerensis</i>			*	*	<i>Ophiasteria reticulata</i>		*	*	*
<i>Eupomatia miamensis</i>	*	*			<i>Ophiastrea angulata</i>		*	*	*
<i>Pomatostegus stelleri</i>		*			<i>Ophiastrea littoralis</i>		*	*	*
Syllidae					UROCORDES				
<i>Exogone</i> sp			*	*	Tuniciers				
<i>Syllis</i> spp.		*	*	*	Polychetidae				
<i>Typosyllis</i> sp		*	*	*	<i>Cleavelina oblonga</i>			*	*
Sponidae					<i>Cleavelina plicata</i>		*	*	*
<i>Polysira</i> spp.		*	*	*	<i>Eudistoma olivaceum</i>		*	*	*
BRYOZOAIRES					Didemmidae				
Chelostoma					<i>Didemnum candidum</i>		*	*	*
<i>Bubala flabellata</i>		*	*	*	<i>Didemnum psammathodes</i>		*	*	*
<i>Bugula neritina</i>	*	*		*	<i>Didemnum</i> sp		*	*	*
<i>Bugula turris</i>	*	*		*	<i>Diplosoma luteum</i>		*	*	*
<i>Savignyella lafanti</i>	*	*		*	<i>Diplosoma macanalis</i>		*	*	*
<i>Schizoporella unicornis</i>	*	*		*	<i>Lissoschisma fragile</i>		*	*	*
Ctenostoma					<i>Trididemnum ornatum</i>				*
<i>Ctenostoma</i>					<i>Trididemnum savignyi</i>				*
Zoothryon verticillatum	*	*		*	Polychetidae				
Cyclotomata					<i>Aphidium lobatum</i>		*	*	*
<i>Cruze</i> sp		*		*	<i>Polychaeta constellatum</i>		*	*	*
MOLLUSQUES					Perophoridae				
Bivalves					<i>Eceternascia mutua</i>		*	*	*
<i>Anadara ovalis</i>			*	*	<i>Eceternascia styeloides</i>		*	*	*
<i>Anomia simplex</i>	*	*		*	<i>Eceternascia turbinata</i>		*	*	*
<i>Arca scabra</i>	*	*		*	<i>Perophora formosana</i>		*	*	*
<i>Brachidontes curvius</i>	*	*		*	<i>Perophora viridis</i>		*	*	*
<i>Brachidontes exustus</i>	*	*		*	Coralliidae				
<i>Brachidontes recurvus</i>	*	*		*	<i>Rhodostoma laticum</i>		*	*	*
<i>Chama macrophylla</i>	*	*		*	Ascididae				
<i>Congeria leucophaea</i>	*	*	*	*	<i>Ascidia curvata</i>		*	*	*
<i>Crasostrea rhizophora</i>	*	*	*	*	<i>Ascidia interrupta</i>		*	*	*
<i>Crasostrea virginica</i>	*	*	*	*	<i>Phallusia nigra</i>		*	*	*
<i>Longicoma alata</i>	*	*	*	*	Styelidae				
<i>Lopho frons</i>	*	*	*	*	<i>Botryllodes nigrum</i>		*	*	*
<i>Modiolus americanus</i>	*	*	*	*	<i>Botryllodes</i> sp		*	*	*
<i>Mytilus falcatus</i>	*	*	*	*	<i>Botryllus pianus</i>		*	*	*
<i>Mytilus hematus</i>	*	*	*	*	<i>Polyandrocarpa imbricata</i>		*	*	*
<i>Quereus equestris</i>	*	*	*	*	<i>Polydora cartilaginea</i>		*	*	*
<i>Pinctada radiata</i>	*	*	*	*	<i>Polydora spinipalpis</i>		*	*	*
<i>Teredo</i> spp	*	*	*	*	<i>Styela parva</i>		*	*	*
ARTHROPODES/CRUSTACÉS					<i>Styela plicata</i>		*	*	*
Cirripides					<i>Sympetasma brakenheimi</i>		*	*	*
<i>Balanus eburneus</i>		*	*	*	<i>Sympetasma viride</i>		*	*	*
<i>Balanus amphitrite</i>		*	*	*	Pyridae				
<i>Balanus</i> spp		*	*	*	<i>Microstomus exasperatus</i>		*	*	*
<i>Chthamalus fragilis</i>	*	*	*	*	<i>Pyura mamia</i>		*	*	*
<i>Chthamalus</i> spp	*	*	*	*	<i>Pyura vitata</i>		*	*	*
Amphipodes					Molgidae				
<i>Corophium</i> spp.	*	*	*	*	<i>Molgula occidentalis</i>		*	*	*
<i>Elasmopus</i> sp.	*	*	*	*					
<i>Gammarus</i> sp	*	*	*	*					

une liste d'espèces réellement récoltées sur les racines de palétuviers grâce à un certain nombre de travaux et en s'appuyant sur nos recherches personnelles :

- GUADELOUPE : RENOUX-MEUNIER, 1978 ; TOFFART, 1980 ; C. MONNIOT, 1983, *sous-press*, F. MONNIOT, 1983, *sous-press*
- PORTO-RICO : GLYNN, 1964 ; ALMODOVAR et PAGAN, 1971 ; BURKHOLDER et ALMODOVAR, 1973 ; ANONYME, 1974 ; KOHLEMAINEN et HILDNER, 1974 ; TOFFART, *données non publiées*.
- TRINIDAD : BACON, 1970, 1971.
- FLORIDE : DAVIS, 1940 ; MATTOX, 1949 ; TABB et MANNING, 1961 ; VOSS *et al.*, 1969 ; WOELKERLING, 1976.

Cet inventaire figure au tableau I. Certaines espèces citées (Annélides, Crustacés et Échinodermes) appartiennent à la faune vagile mais la constance de leur liaison avec les autres peuplements les a fait retenir pour notre étude. Celle-ci n'a évidemment pas la prétention d'être exhaustive. Aussi ne peut-on pas s'en servir pour comparer les richesses spécifiques si ce n'est pour certains groupes particulièrement bien étudiés à la Guadeloupe et à Porto-Rico (Algues, Tuniciers). En revanche, nous verrons plus tard que dans les aspects quantitatifs, il existe des différences assez importantes, puisqu'il n'est pas rare de trouver à Porto-Rico des manchons dépassant 70 cm de diamètre autour des racines, ce qui n'est jamais le cas en Guadeloupe (ALMODOVAR et PAGAN, 1971, TOFFART données non publiées). On retiendra que le nombre d'espèces présentes en Guadeloupe est du même ordre qu'à Porto-Rico dans une mangrove similaire, mais que l'abondance de celles-ci est nettement inférieure.

IV — ANALYSE DE LA COMPOSITION DES PEUPELEMENTS

L'analyse de la répartition des différentes espèces et leur agencement les unes par rapport aux autres sur les racines met en évidence l'existence de deux grands systèmes de peuplements : — le système canal, rencontré uniquement dans les canaux reliant les champs de canne situés en arrière mangrove et le lagon, relativement homogène — Le système bordure lagunaire, cantonné à la bordure lagunaire de la mangrove, nettement plus diversifié

1 — LE SYSTÈME CANAL

Ce premier système s'observe dans les canaux présentant un gradient de salinité. Les peuplements y sont principalement caractérisés par une très abondante faune d'Annélides tubicoles (*Ficopomatus miamiensis*) et de Crustacés Amphipodes.

Ces peuplements atteignent des densités tellement importantes que la racine peut être entièrement recouverte par les tubes calcaires des Serpules ; les Amphipodes s'abritent dans l'enchevêtrement de ces tubes. Cet ensemble donne à la racine un aspect caractéristique (Fig. 5). Celui-ci présente une bonne homogénéité, ce qui nous permet de le qualifier de monotypique. Nous verrons qu'il existe cependant des variations qui sont à mettre en relation avec les gradients de salinité.

Les espèces rencontrées dans ce système sont particulières aux milieux saumâtres mais peuvent être observées dans l'autre système où elles sont alors présentes en densités nettement moins fortes. Seules deux espèces ne se retrouvent pas dans le système bordure lagunaire : *Congeria leucophaea* (Mollusques, Bivalves) et *Pseudomunna bituberculata* (Crustacés, Isopodes)

2 — LE SYSTÈME BORDURE LAGUNAIRE

Ce second système, observé comme son nom l'indique tout au long de la bordure lagunaire, se distingue parfaitement du premier par un aspect plus polymorphe (Fig. 5). Les racines ne présentent jamais des colonies aussi denses de Serpules et d'Amphipodes mais des colonies de Spongiaires et/ou de Tuniciers toujours absentes du premier système.

Les espèces présentes dans ce système sont toutes franchement marines, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de l'absence de basses salinités le long de la bordure lagunaire de la mangrove de Guadeloupe (DELESALLE, 1981). Aussi plus d'une trentaine d'espèces ici présentes sont-elles absentes des canaux (Éponges, Tuniciers...).

L'extrême diversité des peuplements de ce système nous a conduit à classer les racines en différents types.

Types de racines de la bordure lagunaire

Selon les stations, ou même selon les racines d'une même station, nos premières observations ont montré un gradient dans la composition des peuplements. Les racines présentent en effet un appauvrissement du recouvrement et de la diversité spécifique de leurs peuplements de l'extérieur de la bordure vers l'intérieur (6 espèces en moyenne pour les racines les plus externes contre 2 pour les plus internes).

Avec BACON (1970) nous considérons la présence des Éponges et des Tuniciers comme une caractéristique essentielle des peuplements, nous pouvons ranger les racines selon leur pourcentage de recouvrement par ces deux groupes. La figure 6 montre le nombre de racines par classe de pourcentage de recouvrement ; ceci nous a fait distinguer trois groupes de racines :

- Les racines de type I. Elles sont caractérisées par la présence d'abondantes colonies d'Éponges et de Tuniciers recouvrant la racine sur plus de 30 % de sa surface.
- Les racines de type II présentent également des colonies d'Éponges et de Tuniciers mais leur recouvrement sur la racine est inférieur à 30 %.
- Les racines de type III sont caractérisées par l'absence de ces deux groupes.

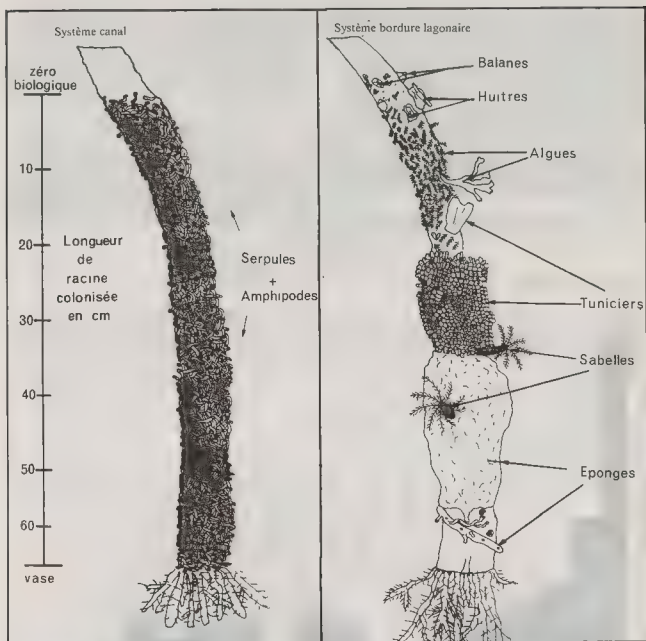


FIG. 5 — Représentation schématique d'une racine de palétuvier (*Rhizophora mangle*) montrant les peuplements de chaque système défini.

Étant donné l'impossibilité de trouver une espèce caractéristique pour chacun de ces types de racines, nous avons effectué des dénombrements sur les peuplements de chaque

type. Les pourcentages ont été déterminés sur un ensemble de 158 racines. Le tableau 2 donne les fréquences d'observations des espèces les plus communes selon que l'on considère

l'ensemble des racines ou seulement celles de chaque type. La lecture de ce tableau montre que sur les 158 racines analysées, 58 appartiennent au type I, 58 au type II et 42 au type III. Sur les racines de type III, outre les Éponges et les Tuniciers absents, les Mollusques (*Crassostrea*, *Brachidontes*, *Isognomon*) et l'Annélide (*Sabella melanostigma*) ne sont pas présents dans un pourcentage égal ou supérieur à 14 %. La diversité spécifique est plus importante sur les racines des types I et II que du type III. Cependant la variabilité spécifique pour l'ensemble des racines est relativement faible (peu d'espèces très fréquentes à une ou deux exceptions près).

La longueur colonisée sur les racines est en moyenne plus importante pour le type I (64 cm) que pour le type II (58 cm) et le type III (53 cm), tandis que les diamètres des racines ne sont pas significativement différents (2,9 à 3 cm) d'après les tests de Student.

Sur le terrain, les racines de type I sont situées en avant des racines de type II, ces dernières devant celles de type III.

Autrement dit, les racines en contact direct avec le lagon sont plus riches en peuplements que les racines en retrait (Fig. 7).

Il est bien évident que des variations peuvent exister, ce qui vient d'être décrit étant un modèle général de répartition des racines. Si l'ordre des racines est toujours respecté, la présence de chaque type n'est pas obligatoire. Ainsi, selon les cas les racines de type I peuvent être absentes ou même les racines de type II.

CONCLUSIONS

L'analyse fine et détaillée des peuplements fixés sur les racines de palétuviers a été effectuée racine par racine selon un mode opératoire toujours identique. La comparaison des listes d'espèces récoltées dans les mêmes conditions dans la province Caraïbe est intéressante car elle montre la similitude relative des peuplements des racines en divers points de cette province.

Nombre de racines

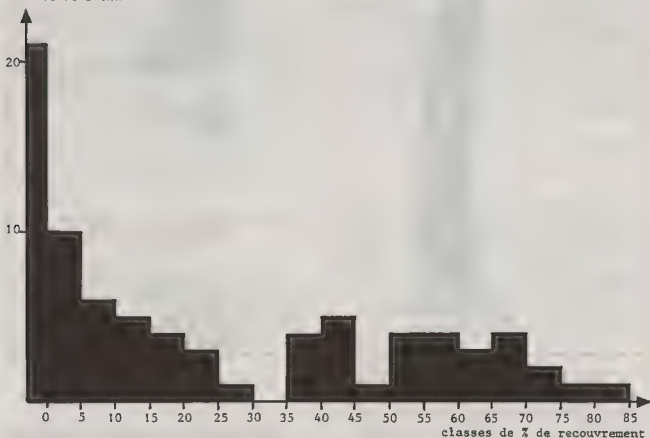


FIG. 6. — Histogramme d'abondance des racines en fonction du pourcentage de leur recouvrement en Éponges et en Tuniciers

TABLEAU 2
Fréquence d'observations des principales espèces
recensées sur l'ensemble des racines, puis sur chacun
des types représentés dans le système bordure lagunaire

TOTAL (158 racines)	Racines de TYPE I (58 racines)	Racines de TYPE II (58 racines)	Racines de Type III (42 racines)
<i>Caloglossa leprieurii</i> 51 %	<i>Tedania ignis</i> 76 %	<i>Caloglossa leprieurii</i> 62 %	<i>Bostrychia tenella</i> 48 %
<i>Tedania ignis</i> 47 %	<i>Crassostrea rhizophorae</i> 52 %	<i>Tedania ignis</i> 52 %	<i>Caulerpa verticillata</i> 43 %
<i>Caulerpa verticillata</i> 37 %	<i>Caloglossa leprieurii</i> 52 %	Balanes 48 %	<i>Caloglossa leprieurii</i> 33 %
Balanes 33 %	<i>Aplidium lobatum</i> 41 %	<i>Ficopomatus miamiensis</i> 41 %	<i>Bostrychia rivularis</i> 19 %
<i>Crassostrea rhizophorae</i> 33 %	<i>Brachydontes recurvus</i> 38 %	<i>Brachydontes recurvus</i> 38 %	<i>Cladophora</i> sp. 19 %
<i>Brachydontes recurvus</i> 30 %	<i>Bostrychia verticillata</i> 34 %	<i>Bostrychia rivularis</i> 34 %	Balanes 19 %
<i>Bostrychia tenella</i> 28 %	<i>Bostrychia tenella</i> 31 %	<i>Caulerpa verticillata</i> 34 %	<i>Siruvea anastomosans</i> 14 %
<i>Bostrychia rivularis</i> 27 %	Balanes 28 %	<i>Crassostrea rhizophorae</i> 31 %	<i>Ficopomatus miamiensis</i> 14 %
Amphipodes 22 %	<i>Bostrychia rivularis</i> 24 %	Amphipodes 24 %	
<i>Aplidium lobatum</i> 19 %	<i>Pyura mamus</i> 24 %	<i>Acanthophora spicifera</i> 21 %	
	<i>Isognomon alatus</i> 17 %	<i>Sabella melanostigma</i> 17 %	
	<i>Halieloma</i> sp. A. 17 %	<i>Lissodendoryx isodictyalis</i> 17 %	
	<i>Dysidea</i> sp. 17 %	<i>Cladophora</i> sp. 17 %	
	<i>Lissodendoryx isodictyalis</i> 14 %	<i>Isognomon alatus</i> 14 %	
	<i>Sigmadocia caerulea</i> 14 %	<i>Aplidium lobatum</i> 14 %	
	<i>Sabella melanostigma</i> 14 %		
	<i>Fcctinascidia turbinata</i> 14 %		
Total Éponges 63 %	Total Éponges 93 %	Total Éponges 79 %	Total Éponges 0 %
Total Tuniciers 38 %	Total Tuniciers 72 %	Total Tuniciers 31 %	Total Tuniciers 0 %

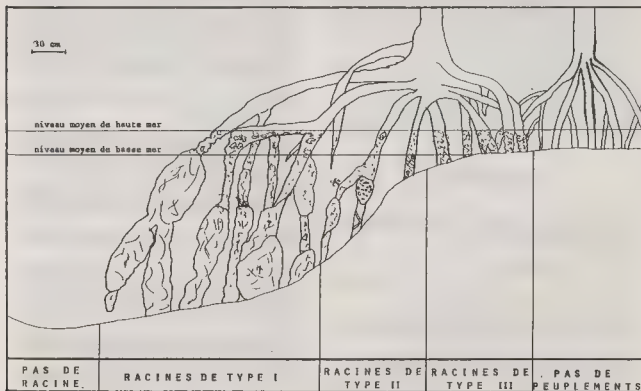


FIG. 7. — Répartition des types de racines sur la bordure lagunaire de la mangrove

En outre, deux systèmes de peuplements ont été distingués. Le système canal, relativement uniforme, dont les peuplements sont constitués par des Annélides tubicoles et des Amphipodes, et le système bordure lagunaire nettement plus varié que le précédent dans lequel nous avons différencié trois types de peuplements selon la prédominance de deux groupes d'espèces (Éponges et Tuniciers). Ainsi les peuplements de type I verront des racines recouvertes principalement par des Éponges et des Tuniciers et ce sur plus de 30 % de leur surface; les racines de type II montreront également des Éponges et des Tuniciers mais avec une abondance moindre et un pourcentage de recouvrement inférieur à 30 %; enfin les peuplements de type III sont démunis d'Éponges et de Tuniciers et présentent surtout des algues. Les données bibliographiques ne permettent pas jusque-là de différencier des racines en fonction de leurs peuplements. Seules des zonations sur les racines avaient été données, (zonation verticale, BACON, 1970, zonation transversale et verticale, ALMODOVAR et PAGAN, 1971). Nous verrons dans un prochain article que ce sont ces différenciations de racines qui nous permettent de distinguer des zonations dans les peuplements.

Remerciements

Je remercie sincèrement toute l'équipe du laboratoire de Biologie animale du Centre Universitaire Antilles-Guyane (professeur A. GUYARD), ainsi que celle de la station de Zoologie de l'INRA-Guadeloupe (Directeur A. KERMARREC) pour toute l'aide qu'elles ont pu me fournir.

Je tiens, en outre, à remercier tous ceux qui ont bien voulu m'aider à déterminer mon matériel.

Mmes RENOUX (algues), TIXIER-DURIVAU (Cnidaires), MONNIOT (Tuniciers).

Melles BOURY-ESNAULT (Éponges), PAYRI (Algues), MM. CHEVALIER (Cnidaires), D'HONDT (Bryozoaires), MONNIOT (Tuniciers), GUILLE (Echinodermes), AMOUREUX (Annélides), CARVACHO (Crustacés), TENHOVE (Annélides).

BIBLIOGRAPHIE

- ALMODOVAR (L.R.) et PAGAN (F.A.), 1971. — Notes on a mangrove lagoon and mangrove channels at La Parguera, Puerto Rico. *Nova Hedwigia*, 21, pp. 241-253.
- ANONYME, 1974. — Mangroves of Puerto Rico. P.F.Z. Properties, Inc. & M.J. Cerame-Vivas, Inc., 64 p.
- BACON (P.R.), 1970. — The Ecology of Caroni Swamp, Trinidad. *Central Statistical Office, Trinidad*, 168 p.
- BACON (P.R.), 1970. — Studies on the biology and cultivation of the mangrove oyster in Trinidad with notes on other shellfish resources. *Tropical Science*, 12, pp. 265-278.
- BACON (P.R.), 1971. — The maintenance of a resident population of *Balanus eburneus* (Gould) in relation to salinity fluctuations in a Trinidad mangrove swamp. *J. Exp. Marine Ecol.*, 6, pp. 189-198.
- BATTISTINI (R.) et PETIT (M.), 1979. — Récifs coralliens, constructions algues et arécifes à la Guadeloupe, Marie Galante et la Désirade. *Atoll Research Bulletin*, 234, 8 p.
- BURKHOLDER (P.R.) et ALMODOVAR (L.R.), 1973. — Studies on mangrove algal communities in Puerto Rico. *Quart. J. Acad. Sci.*, 36, 1, pp. 66-74.
- DAVIS (J.H.), 1940. — The Ecology and geologic role of mangroves in Florida. *Pap. Tortugas Lab.*, 32, pp. 303-412.
- DELESALLE (B.), 1981. — Le Phytoplancton des eaux de la mangrove en Guadeloupe (Antilles françaises). Biologie, écologie et production primaire. Thèse de Doctorat de 3e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI 142 p.
- GALZIN (R.), TOFFARI (J.L.), LOUIS (M.) et GUYARD (A.), 1982. — Contribution à la connaissance de la faune ichtyologique du Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe. *Cybius*, 6, pp. 85-99.
- GERLACH (S.A.), 1958. — Die Mangrovereignen tropischer Küsten als Lebensraum. *Zeits. Morph. Ökol. Tiere*, 46, pp. 636-730.
- GLYNN (P.W.), 1964. — Common marine invertebrate animals of the shallow waters of Puerto Rico. *Hist. Natur. Puerto Rico*, pp. 1-53.
- KOLEHMAINEN (S.E.), 1973. — Ecology of sessile and free-living organisms on mangrove roots in Jobos Bay. In: *Aguirre Power Project Environmental Studies. Ann. Rep. P. RNC* 162, pp. 141-173.
- KOLEHMAINEN (S.E.) et HILDNER (W.K.), 1974. — Zonation of organisms in Puerto Rican red mangrove (*Rhizophora mangle*) swamps. In: *Proc. int. Symp. on Biol. and management of mangroves*, 1975, pp. 357-369.
- LASSERRE (G.) et TOFFARI (J.L.), 1977. — Échantillonnage et structure des populations ichtyologiques des mangroves de Guadeloupe en Septembre 1975. *Cybius* 3e série, 2, pp. 115-127.
- LOUIS (M.), 1981. — Faune ichtyologique et potentiel aquacole dans les mangroves de Guadeloupe. *Journées aquacoles de la Caraïbe (Fort de France 14-17 déc. 1981)*, 13 p.
- MATTOX (N.T.), 1949. — Studies on the biology of the edible oyster, *Crassostrea rhizophorae*, Guilding in Puerto Rico. *Ecol. Monogr.* 19, pp. 339-356.
- PEREZ-GARCIA (M.E.) et VICTORIA-RUEDA (C.H.), 1977. — Diversidad y Macrofauna de la comunidad de las raíces sumergidas del mangle rojo en la bahía de Cartagena y la cienaga de los vasquez. *Tesis para optar al título de Biología Mariner, Universidad de Bogotá, Colombia*, pp. 1-93.
- MONNIOT (C.), 1983. — Ascidies littorales de Guadeloupe : II. Phlebobranchs. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, 5, ser. A., pp. 51-71.
- MONNIOT (C.), sous-press. — Ascidies littorales de Guadeloupe IV. Styelidae. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*.
- MONNIOT (C.), sous-press. — Ascidies littorales de Guadeloupe : VI. Pyruidae et Molgulidae. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*.
- MONNIOT (C.), 1983. — Ascidies littorales de Guadeloupe : I. Didemnidae. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, 5, ser. A., pp. 5-49.
- MONNIOT (C.), sous-press. — Ascidies littorales de Guadeloupe. III. Polyclinidae. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*.
- MONNIOT (C.), sous-press. — Ascidies littorales de Guadeloupe : V. Polycitoridae. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*.
- ORTEGON (J.), 1980. — Les Mangroves de Guadeloupe et leurs zones annexes. *Centre Doc. Pédagogique, Guadeloupe*, 54 p.

- RENOUX-MEUNIER (A.), 1977 — Étude préliminaire de la flore algale de la mangrove du Grand Cul-de-Sac Marin *Nouv Agron Antilles-Guyane*, 3, (2), pp 77-97.
- TABB (D.C.) et MANNING (R.B.), 1961. — A checklist of the flora and fauna of northern Florida Bay and adjacent brackish waters of the Florida mainland collected during the period July 1957 through September 1960. *Bull. Marine Sci. Gulf Caribb.*, 11, pp 552-649
- TOFFART (J.L.), 1980. — Composition, distribution et dynamique des peuplements sessiles des racines de palétuviers et leur importance dans l'écosystème littoral en Guadeloupe (Antilles françaises), *Thèse de Doctorat de 3e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris*, 125 p.
- VOSS (G.L.), BAYER (F.M.), ROBINS (C.R.), GOMON (M.) et LAROE (E.T.), 1969. — The marine ecology of the Biscayne national monument. *Inst. Mar. Sci., Univ. Miami*, 128 p
- WILCOX (L.V.), YOCOM (T.G.), GOODRICH (R.C.), FORBES (A.M.), 1974. — Ecology of Mangroves in the Jewfish chain, Exuma, Bahamas. In: *Proc. int. Symp. on Biol. and management of mangroves, 1974*, pp 305-343.
- WOELKERLING (W.J.), 1976. — South Florida Benthic Marine Algae : Keys and Comments. *Sedimenta V*, 145 p.

RÉFLEXIONS SUR LA GESTION D'UN ONGULÉ SAUVAGE DANS LES ZONES PROTÉGÉES : LE CAS DU CHAMOIS, *RUPICAPRA RUPICAPRA* L. DANS LES ALPES FRANÇAISES

par Jean-Pierre RAFFIN

Laboratoire d'Écologie générale et appliquée Université Paris VII (1)

et Jean-Claude LEFEUVRE

Laboratoire d'Évolution des Systèmes naturels et modifiés
Muséum national d'Histoire naturelle (2)

RÉSUMÉ

L'arrêt de la chasse dans certains secteurs des Alpes françaises (parcs nationaux, réserves) a eu pour conséquence une augmentation des effectifs du Chamois (*Rupicapra rupicapra* L.). L'exercice d'une chasse, souvent excessive, autour de ces zones protégées limite les possibilités d'extension de l'espèce hors de ces zones.

Les craintes d'une surexploitation du couvert végétal, l'observation d'épizooties et d'une structure de population à prédominance de femelles ont conduit les responsables de la faune sauvage à envisager une politique d'intervention sur les populations de chamois des zones protégées. Les différents arguments avancés pour justifier cette politique sont analysés. Aux termes de cet examen, il n'apparaît pas qu'une politique d'intervention soit inéluctable dans la mesure où la vocation des parcs nationaux et réserves est de permettre à la flore et la faune sauvages de poursuivre, autant que faire se peut, une évolution spontanée.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, il se développe, dans certains milieux cynégétiques, une conception selon laquelle, dans les espaces protégés jusqu'alors exempts de prélèvements systématiques (parcs nationaux, réserves), une bonne gestion des populations de chamois doit passer par des opérations de «régulation» ou de «sélection».

Un ministre chargé de la faune sauvage et son secrétaire d'État se sont même faits l'écho de cette opinion dans la

SUMMARY

Some thoughts on management of a wild ungulate in protected areas : the case of Chamois, Rupicapra rupicapra L. in the French Alps

Suppression of hunting in some parts of the French Alps (national parks and reserves) resulted in an increase of Chamois (*Rupicapra rupicapra* L.). Overhunting around these protected areas prevents the extension of this species. Fearing overgrazing, occurrence of epizooties, observations of populations structures with female dominance lead some wildlife managers to an interventionist policy in protected areas.

The different arguments proposed to support these policy are considered. It does not seem that such a policy is ineluctable in so far as the main purpose of these protected areas is to allow an evolution as natural as possible of wild flora and fauna.

presse (Le Monde, 3.IX.1977, Le Dauphiné libéré, 19.VII.1977).

Divers auteurs (FERBAYRE & HAVET, 1979 — MAGNANI & HAVET, 1980 — BURLE & HAVET, 1980, etc.) abondent en ce sens.

Les principaux arguments avancés pour justifier des opérations régulatrices ou sélectives sont :

- la lutte contre une dégradation du couvert végétal qui serait liée à une surpopulation de chamois,
- la prévention d'épizooties,
- la nécessité de maintenir un sex-ratio «normal» considéré comme devant être 1/1.

Ces considérations se sont concrétisées par l'organisation de plans de chasse qui, mis en place pour la recherche d'un

équilibre agro-sylvo-cynégétique, sont applicables «dans les parties des réserves naturelles et des parcs nationaux où la chasse est autorisée» en vertu de la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Aux termes d'une note technique annexée à une circulaire du 11 septembre 1980, adressée par le Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie aux Préfets, il est stipulé que le sex-ratio à rechercher pour le chamois doit être de 1/1.

Cependant d'autres données de la littérature sur la biologie des Ongulés sauvages (ANDERSEN, 1953 — BOURLIÈRE & VERSCHUREN, 1960 — PFEFFER, 1967 — SPINAGE, 1970 — MENTIS, 1972 — MONFORT, 1972 — SCHLOETH, 1972 — JARMAN & JARMAN, 1973 — DAJOZ, 1974 — STRANDGAARD, 1979 etc.) apportent un éclairage différent sur ces problèmes.

Il a donc paru nécessaire de faire le point sur une question qui touche aux fondements mêmes de la gestion des espaces protégés. Les différents arguments avancés par les tenants d'interventions sur le chamois seront analysés dans les propos qui suivent.

LA LUTTE CONTRE UNE DÉGRADATION DU COUVERT VÉGÉTAL

Selon PIERMONT (1979) «dans le parc des Écrins, la disparition des loups, des lynx... et des hommes a provoqué une nouvelle vitalité des chamois : ils se multiplient, mais contractent des maladies et ils surpâturent les maigres pelouses naturelles déclenchant ainsi une érosion sensible». Sur un plan plus général, du BOISROUVRAY & Col. (1980) estiment également que la politique des réserves, si elle a permis la stabilisation ou le renouveau de nombreuses espèces comme le chamois, n'est pas «sans grave contrepartie d'inconvénients : d'abord au dedans où la surpopulation entraîne une destruction de la flore par surpâturage».

En ce qui concerne le Parc national des Écrins, les responsables consultés infirment les propos de PIERMONT (1979) et font remarquer qu'il est par ailleurs difficile d'attribuer aux quelques 4500 chamois estimés du parc un surpâturage aux effets si drastiques dans une zone où estivent chaque année près de 50.000 moutons. HAVET & col. (1979) constatent pour leur part que dans la réserve nationale de chasse des Bauges, la pression sur le milieu ne paraît pas importante et que l'on ne peut affirmer qu'il y ait surdensité de chamois.

Il n'en reste pas moins vrai que certaines espèces végétales, localement rares, peuvent être particulièrement recherchées par le chamois. L'on peut craindre leur disparition ponctuelle dans les secteurs très fréquentés (RICHARD, 1972). BERDUCOU (1979) cite des cas d'abrutissement estival de plus en plus marqué sur certaines espèces jusqu'alors délaissées par l'isard dans quelques secteurs du parc national des Pyrénées occidentales. BERDUCOU & col. (1982) signalent aussi des abrutissements hivernaux sur des espèces forestières mais DENDALETCHÉ (1982) considère que ce phénomène reste limité. Il semble excessif de le généraliser à l'ensemble des zones protégées.

Des mesures locales pour disperser les populations de chamois susceptibles d'amener la disparition de certains é-

lements de la flore peuvent être envisagées : capture, si les animaux sont nombreux, effarouchement si leur densité est faible. La capture à des fins de repeuplement serait même judicieuse dans les zones protégées.

Néanmoins, avant toute intervention, une étude préalable de la végétation s'impose pour vérifier les effets réellement préjudiciables à la diversité de la flore. Le simple constat de «dégâts» ne suffit pas : il faut préciser le seuil de tolérance au-delà duquel ils deviennent trop importants. Une telle approche nécessite une analyse en continu tout à la fois de la dynamique du facteur chamois et du facteur végétation (DELAUNAY, 1982).

LA PRÉVENTION D'ÉPIZOOTIES

Les populations de chamois de certains secteurs du parc national de la Vanoise ont été atteintes de kératoconjunctivite infectieuse en 1974-1975 et de bronchopneumonie infectieuse en 1975-1976. Celles de la réserve de chasse des Bauges ont, à leur tour, été frappées de kératoconjunctivite en 1977. De 1977 à 1980, quelques individus (36) trouvés morts en Vanoise, dans la réserve des Bauges et dans le Beaufortin ont été analysés. Dix neuf ont révélé une atteinte de bronchopneumonie infectieuse (MONTAGUT & col. 1981). Enfin, une épidémie de kératoconjunctivite atteignait les isards du Parc national des Pyrénées occidentales à la fin de l'été 1981.

Dans le parc de la Vanoise, la kératoconjunctivite et la bronchopneumonie ont régressé spontanément au bout d'un an sans qu'aucune intervention n'ait été entreprise. Dans la réserve de chasse des Bauges, des tirs d'élimination ont été conduits. Six mois après, l'on n'y observait plus d'animaux atteints sans qu'il soit possible d'imputer formellement à ces tirs la régression de la maladie.

Les milieux cynégétiques ont pris arguments de ces épidémies pour affirmer comme du BOISROUVRAY & col. (1980) que la politique des réserves conduisait à une surpopulation «suivie d'épidémies meurtrières favorisées par la sous-alimentation (kératoconjunctivite des Chamois des Bauges)».

Les conclusions des travaux menés tant en Vanoise (PAIRAUDEAU & col. 1977) que dans les Bauges (HAVET & col. 1979) n'apportent cependant pas d'éléments démonstratifs sur le rôle de la densité de chamois dans le déclenchement de ces épidémies. L'Office National de la Chasse écrivait en 1977 qu'il n'existait «aucune preuve permettant d'affirmer que la cause de cette maladie (la kératoconjunctivite) réside dans ces grandes concentrations d'animaux, entraînant un affaiblissement ou un «stress» quelconque des individus (O.N.C. 1977).

Il apparaît néanmoins vraisemblable que les concentrations d'animaux favorisent au moins la propagation des épidémies. Le lien entre la densité et les éruptions de maladies demanderait à être étudié. Mais, l'on peut se demander si ces rassemblements d'animaux ne provoquent pas des modifications du régime alimentaire (exploitation de végétaux normalement délaissés) comme BERDUCOU (1979) l'a constaté en certains secteurs des Pyrénées pour l'isard. La diminution des

ressources disponibles, le recours à des espèces végétales moins nutritives pourraient être à l'origine d'un amoindrissement physiologique propice à l'installation d'un syndrome pathologique parasitaire ou non

La kératoconjunctivite infectieuse par exemple, spécifique du chamois (BOUVIER & col. 1958) serait alors à même de se développer sur un terrain favorable.

Ce n'est cependant là, que l'une des composantes naturelles du processus d'autorégulation (LACK, 1954).

Par ailleurs, si des tirs sélectifs d'animaux paraissent malades peuvent être acceptés, en théorie, pour éviter une propagation d'épizooties, il semble en revanche illusoire de leur assigner actuellement un rôle préventif

LA NÉCESSITÉ DE MAINTENIR UN SEX-RATIO «NORMAL»

C'est à partir des années 1976-1977 que s'est développée la conception selon laquelle dans les zones protégées le sex-ratio du chamois devenait anormal. Les gestionnaires des secteurs exempts de chasse constataient, en effet, à l'examen des tableaux du cheptel abattu à l'entour de ces zones, qu'ils comportaient pour plus de la moitié de jeunes individus et surtout des mâles (69 % de spécimens de moins de 4 ans autour du parc de la Vanoise d'après FERBAYRE (1977) ; 71 % d'animaux de moins de 3 ans autour de la réserve des Bauges d'après HAVET & col. (1979) ; près de 50 % de jeunes de 1 an à 1 an 1/2 autour du parc des Écrins d'après FEUVRIER (communication personnelle 1977).

Il apparaissait alors à certains que la poursuite de ces prélèvements (reconnus par ailleurs par de nombreux chasseurs comme excessifs) était susceptible de conduire à un vieillissement progressif et à un déséquilibre du sex-ratio en faveur des femelles dans les populations de chamois des zones protégées (CHABAUD, 1976 a et b — ROUCHER, 1977 a et b — KECK, 1977 — MAGNANI & HAVET, 1980 — BURLE & HAVET, 1980 — MEUNIER, 1980). Une intervention devenait légitime voire indispensable dans cette hypothèse pour mettre bon ordre à un déséquilibre jugé néfaste à terme. Deux propositions ont été alors avancées : gérer les populations de chamois dans leur totalité, c'est-à-dire ne plus tenir compte des limites entre zones protégées et zones chassées et effectuer sur ces populations des régulations (plans de chasse, tirs de sélection) destinées à rétablir un sex-ratio «normal»

Mais qu'est-ce que le sex-ratio «normal» chez le chamois ? La lecture des travaux des promoteurs de cette normalisation ne laisse pas de rendre perplexe. CHABAUD (1976 a) constate que l'on ne dispose que de peu d'informations, sur la structure des populations de chamois. ROUCHER (1977 a) admet que la structure «naturelle» n'est pas encore connue. Il semble que ce soit à CHABAUD (1976 a et b) que l'on doive l'établissement de «la» norme dans les conditions suivantes. Cet auteur, qui ne disposait pas de données directes sur les populations naturelles décrit ainsi la manière dont il a déterminé le sex-ratio du chamois «j'ai finalement choisi comme base de travail le tableau des 500 premiers chamois abattus en France, à une époque où la pression cynégétique était encore

assez faible, par M. COUTURIER qui a effectivement tué tout animal rencontré ou approché à portée convenable, ainsi que le graphique lui-même le prouve par l'étagement assez régulier des âges et par le sex-ratio équilibré (1.1. avec une précision inférieure à 3 %). «Après traitement mathématique lui permettant d'obtenir une structure type ramenée à une population de 200 individus CHABAUD introduit des corrections relatives au vieillissement maximum accru (plus important chez les femelles que chez les mâles) et à l'augmentation de 2 ans de l'âge révolu moyen de la population (sujets de 1 an et plus) qui passe alors à 6 ans. A la suite de ces opérations, l'auteur déclare pouvoir établir des pyramides de population caractérisées par des sex-ratios de 1/1 et 1/1,2 «dont l'enveloppe mathématique pratiquement identique démontre, sans discussion possible, que les populations naturelles sont ainsi structurées»

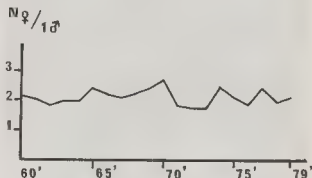


FIG 1 — Évolution du sex-ratio du Chamois dans le parc national suisse des Grisons de 1960 à 1979 (d'après SCHLOETH 1980 - Communication personnelle).
Nombre de femelles/1 mâle

Cette manière de voir peut être éclairée de façon différente par les observations de divers auteurs. KRAMER (1969) constate dans la réserve de l'Augstmatthorn un sex-ratio de 1/1,8 à 2. SCHLOETH (communication personnelle, 1980), directeur du parc national suisse des Grisons, établit le sex-ratio du chamois de 1960 à 1979 (Fig. 1) sur des populations dont les effectifs sont suivis depuis 60 ans (SCHLOETH, 1972, 1980) (Fig. 2). On constate que ce sex-ratio est en moyenne de 1/2, 17 et que, malgré d'importantes fluctuations sur lesquelles nous reviendrons, les populations sont restées, un demi-siècle après la création du parc à un niveau équivalent de celui qui s'est établi quelques années après la mise en réserve. On peut également voir que la démographie de ces populations suit le schéma général de l'évolution des densités d'Ongulés de RINEY cité par BERDUCOU (1975).

L'on ne peut exclure, dans le cas de la réserve de l'Augstmatthorn et du parc des Grisons, une influence de la chasse autour de ces zones protégées, comme dans le cas de la réserve des Bauges ou du parc des Écrins. Mais l'on peut faire

observer que le déséquilibre observé du sex-ratio n'a pas conduit aux conséquences dramatiques évoquées pour les parcs et réserves de France.

Par ailleurs, les recherches portant sur l'analyse des structures de populations d'Ongulés sauvages (ANDERSEN, 1953 — BOURLIERE & VERSCHUREN, 1960 — DASMANN & MOSSMAN, 1962 — DOWSETT, 1966 — FOSTER & KEARNEY, 1967 — PFEFFER, 1967 — SPINAGE, 1970 — MENTIS, 1972 — MONTFORT, 1972 — DAJOZ, 1974 — STRANDGAARD, 1979. etc.) montrent un déséquilibre très fréquent du sex-ratio en faveur des femelles dû à une surmortalité des mâles aux origines diverses (Tableau I). Il semble difficile d'imputer ce déséquilibre qui semble être une constante, aux effets de la chasse. Dans certaines espèces ce déséquilibre qui peut, pour certaines classes d'âge, conduire à une suprématie des femelles (*Kobus defassa*, SPINAGE, 1970) varie d'une zone à l'autre (Tableau I. *Kobus defassa*)

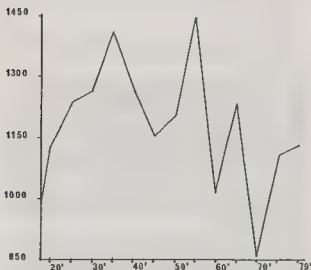


FIG. 2 — Évolution des effectifs de Chamois dans le parc national suisse des Grisons de 1918 à 1979 (d'après SCHLOETH 1972 et 1980, communication personnelle).

TIR DE SÉLECTION OU TIR D'OPPORTUNITÉ ?

Les propos précédents montrent que la nécessité d'organiser des tirs de sélection reste à démontrer. L'on peut se demander si sous le paravent de la «nécessité» ne s'abrite pas le profond désir des milieux cynégétiques de gérer les populations d'espèces gibier dans et hors des zones protégées selon un concept qui diffère de celui qui devrait prévaloir dans ces territoires.

Dans les parcs et réserves, la gestion doit permettre à la flore et la faune de poursuivre une évolution qui soit le moins

possible artificialisée. Le concept cynégétique de la gestion de la faune sauvage s'écarte sensiblement de cette préoccupation. Il vise plutôt à une production de gibier et pour les Ongulés à l'obtention de spécimens porteurs de beaux trophées. Le phénotype est pris comme critère de gestion même si certaines commencent à remettre en question cette attitude (BONNET, 1981).

TABLEAU I
Diversité du sex-ratio chez quelques espèces de Bovides
suivant les populations étudiées

Antilope opacineuse (<i>Kobus defassa</i>)	1/3,2 1/1 1/1 1/1,6 1/2,9	(d'après BOURLIERE & VERSCHUREN, 1960) (d'après DOWSETT, 1966) (d'après FOSTER & KEARNEY, 1967) (d'après SPINAGE, 1970) (d'après MONTFORT, 1972)
Éland du Cap (<i>Taurotragus oryx</i>)	1/4 à 1/6,7 1/3,7	(d'après MENTIS, 1972) (d'après MONTFORT, 1972)
Impala (<i>Aepyceros melampus</i>)	1/2,7 1/2 1/2,4 à 1/3,6 1/2	(d'après DASMANN & MOSSMAN, 1962) (d'après LEUTHOLD, 1970) (d'après MENTIS, 1972) (d'après MONTFORT, 1972)
Mouflon (<i>Ovis ammon</i>)	1/1 à 1/4,5	(d'après PFEFFER, 1967)
Topi (<i>Damaliscus korrigum</i>)	1/2,8 1/1,8	(d'après BOURLIERE & VERSCHUREN, 1960) (d'après MONTFORT, 1972)

Cette production, cette récolte de gibier, au travers quelquefois d'une manipulation des structures de population — qui demanderait d'ailleurs, pour être bien menée, des modulations d'un groupe social à l'autre au sein d'une même espèce (DOWNING, 1981) — s'accommodent mal des facteurs de régulation naturels comme la prédation, les événements climatiques ou les maladies.

La prédation

Après avoir tenté d'éliminer les prédateurs en qui il voyait des concurrents, le chasseur estime qu'il doit assurer la régulation et la sélection des populations d'Ongulés sauvages et pour ce faire «se substituer obligatoirement aux prédateurs qui ne peuvent avoir leur place dans un environnement moderne : loup et lynx...» (du BOISROUVRAY & col. 1980).

Mais le chasseur se substitue-t-il aux prédateurs ? D'un point de vue général, il est connu que les prédateurs s'attaquent de préférence aux proies jeunes, vieilles, malades ou déviantes en terme de génétique alors que les chasseurs recherchent de préférence les beaux spécimens. BROSET (1982) relate ainsi qu'une analyse comparée de l'impact de la prédation de Cervidés par le loup et la chasse a montré qu'il y a des différences sensibles dans l'échantillonnage des proies capturées par les loups et celles tirées par les chasseurs. Une organisation rationnelle de la chasse où les chasseurs se substitueraient effectivement aux prédateurs supposerait une modification importante de la mentalité des milieux cynégétiques. En ce qui concerne le chamois, il n'est pas évident que la prédation ait joué ou joue un rôle prépondérant de régulation et de sélection comme elle peut le faire pour d'autres espèces (BARBAULT, 1981).

La prédation exercée par le lynx, carnassier qui fréquente le plus habituellement les biotopes (en particulier hivernaux) du chamois reste très limitée voire nulle si l'on en croit les observations réalisées dans les secteurs où ces deux espèces cohabitent (BALIS, 1969 — FESTETICS, 1979 — FERNEX, 1979 — LIERNERT, 1979 — MATUSZEWSKI & SUMINSKI, 1979 — KEMPF, 1979 — COP, 1979). BALIS (1969) avance que la mortalité du chamois dans le parc national des Hauts Tatras n'est liée que pour 15, 3 % à la prédation (dont 70 % du fait du lynx, 18,2 % dépendant du loup, 4 % de lours brun et 7,7 % d'autres prédateurs).

Les événements climatiques

Pour BALIS (1969), les seules avalanches sont causes d'une mortalité du chamois de 30 % des effectifs dans le parc national des Hauts Tatras. COUTURIER (1961) signale des cas de mortalité de 40 % à la suite d'hivers rigoureux. SCHLOETH (1972) met au compte des aléas climatiques la chute notable des effectifs de chamois du parc des Grisons survenue en 1970 (Fig. 2). GINDRE (1980) pour la même espèce fait état de mortalités de 20 à 30 % dans le parc national du Grand Paradis et dans certains secteurs du parc national des Ecrins. Ces données sont à rapprocher des mortalités massives et périodiques que l'on peut observer chez d'autres espèces d'Ongulés sauvages, en Eurasie, à l'occasions d'hivers particulièrement rudes (PFEFFER, 1964).

L'on est en droit de se demander si pour le chamois, la régulation qualitative et quantitative n'est pas plus liée aux facteurs climatiques (enneigement important et tardif, avalanches, été pluvieux, etc.) et aux maladies qu'à la prédation. Il est certain qu'en termes de « production de gibier », les fluctuations de populations dues à ces facteurs peuvent sembler regrettables. L'on ne peut laisser périr en hiver une telle part du cheptel chassé, « ce serait contraire au bon sens » (GINDRE, 1980). Il n'en reste pas moins que ces fluctuations suivent « cette loi générale qui veut que les milieux naturels connaissent des oscillations » (BROSSET, 1982).

Mais le rôle d'un parc national, d'une réserve, est-il de « produire » du gibier ou de laisser se dérouler de la manière la plus naturelle possible le processus de l'évolution avec ses fluctuations de populations ?

S'il n'apparaît pas que les opérations de régulation répondent à un impératif biologique pour l'avenir des populations de chamois, il reste que la pression des chasseurs autour de certaines zones protégées est un élément dont les gestion-

naires sont obligés de tenir compte. Destinés en principe à éliminer les « animaux malades, malformés ou en surnombre », baptisée « de sélection » dans le parc des Ecrins, ces tirs sont en fait une concession à la pression cynégétique. On peut regretter que cette pression atteigne des zones protégées. On peut souhaiter que dans la mesure où cette pression ne sera pas levée, les modalités en soient, au moins, mieux établies.

De tels tirs pourraient être tolérés à certaines conditions : — ils devraient être assortis, préalable indispensable, de comptages ou d'estimations sérieuses des effectifs,

— ils devraient impliquer l'organisation d'un plan de chasse englobant zone protégée et zone chassée et faire cesser la « muraille de feu » dressée par les chasseurs autour des zones protégées. Les travaux de KRAMER (1969) et de MAGNANI & HAVET (1980) montrent un certain erratisme des individus jeunes qui ont tendance à quitter leur domaine natal. C'est un phénomène que l'on retrouve d'ailleurs chez d'autres herbivores (STRANDGAARD, 1979 — MENARD, 1982, par exemple). Or, ce sont surtout ces jeunes qui sont victimes de la chasse (cf. ante), ce qui empêche toute possibilité de colonisation des massifs voisins. Ceux-ci, bien que recélant des biotopes favorables au chamois, restent souvent de véritables déserts cynégétiques. DELAUNAY (1982) fait remarquer que chez le chamois, il peut y avoir à la fois erratisme des jeunes et expulsion sélective des vieux bœufs. Quant aux distances parcourues par le chamois à partir des noyaux de population elles sont très variables. Comme l'écrit cet auteur : « les données actuelles sont assez contradictoires et soulignent le fait que ces distances dépendent sans doute beaucoup des facteurs humains susceptibles de les limiter localement ».

— ils devraient tenir compte des connaissances sur la structure des populations naturelles d'Ongulés sauvages et être conduits de manière à respecter les fluctuations de populations.

— ils devraient cesser dans les zones protégées dès lors que les zones voisines auraient été recolonisées.

— l'efficacité du plan de tir devrait être strictement démontrée et contrôlée.

Il semblerait enfin préférable d'abandonner la notion et l'intitulé de « tirs de sélection » qui, tels qu'ils sont pratiqués correspondent beaucoup plus à des tirs d'exploitation.

CONCLUSION

Au terme de ces propos, il nous apparaît que l'impérieuse obligation d'intervenir sur les populations de chamois des zones protégées où il existe naturellement, reste à démontrer. L'analyse des données disponibles ne permet pas de dire que la gestion de cette espèce requiert inéluctablement des opérations de régulation ou de sélection.

Si pour des raisons d'ordre psychologique, il peut être nécessaire d'autoriser un certain prélèvement dans ou au voisinage des zones protégées au profit des chasseurs locaux, il semblerait plus satisfaisant d'en assurer les modalités sur des concepts différents de ceux d'une exploitation cynégétique du gibier.

Il est par ailleurs dommage d'entreprendre de tels prélèvements avant même de disposer d'un suivi à moyen et long terme de l'évolution de la dynamique et de la structure de population du chamois que la création de parcs et de réserves permettrait d'espérer. Avant d'autoriser le tir de l'Élan, *Alces alces americana*, dans certains parcs nationaux du Canada, les autorités responsables ont laissé s'écouler des périodes de temps appréciables : 25 ans dans le parc de la Verandrye, 34 ans dans celui des Laurentides et 77 ans dans celui du Mont-Tremblant (BOUCHARD & MOISAN, 1974). Dans le parc national des Écrins, les «tirs de sélection» ont débuté 5 ans après la création du parc (RAFFIN & LEFEUVRE, 1982). Dans ce dernier cas, il faut reconnaître que ces tirs, soumis à l'approbation du Comité scientifique du parc ne donnent lieu qu'à des prélèvements minimes (de l'ordre de 1 % de l'effectif total des chamois de la zone centrale du parc). Mais en sera-t-il toujours de même ?

Ne peut-on craindre que sous la pression des chasseurs jointe à celle d'autres intérêts locaux, les parcs nationaux et réserves n'abandonnent peu à peu leur mission de conservation et de transmission d'un patrimoine génétique. L'on assiste déjà à une certaine remise en cause de cette mission si l'on en croit les conclusions de la Commission d'enquête sur la situation de l'agriculture et de l'économie rurale dans les zones de montagne et défavorisées (BESSON, 1982), remis à l'Assemblée nationale le 6 avril 1982.

Constant certaines lacunes dans la structure et le fonctionnement des parcs nationaux, nées d'ailleurs de l'ambiguïté fondamentale de la conception française des parcs nationaux (RAFFIN, 1979), les auteurs du rapport précité proposent de profondes modifications de nos parcs nationaux pour en faire «des instruments d'aménagement et de développement culturel». Si les parcs nationaux peuvent être de tels instruments dans le cadre d'une politique générale de la montagne, ce n'est cependant pas leur vocation première. Il faut espérer que l'on n'oubliera pas, pour satisfaire une demande locale, que la mission des parcs nationaux et réserves s'inscrit dans une politique de conservation et d'utilisation des ressources naturelles à l'échelle de la planète.

Dans la mesure où les parcs nationaux et réserves doivent tout à la fois servir de références pour témoigner d'évolutions induites par des changements climatiques généraux ou par l'activité humaine (LEFEUVRE & col. 1981) et constituer de véritables conservatoires génétiques, il est indispensable que l'évolution spontanée des espèces qu'ils abritent soit, autant que faire se peut assurée. C'est là une préoccupation constante que l'on trouve exprimée dès les premières réunions internationales traitant de la conservation du patrimoine naturel (par exemple : Premier Congrès international pour la protection de la nature. Paris 1923 — Colloque sur l'utilisation rationnelle des ressources de la biosphère. Paris. UNESCO 1968). C'est également l'un des soucis des biologistes concernés par la préservation et la transmission du patrimoine génétique sauvage (comme PETIT, 1937 — PICET, 1948 — PETIT, 1950 — HEIM, 1952 — DORST, 1965 — JULIEN, 1965 — CAIN & col. 1970 — GROS & col. 1979 — FRANKEL & SOULE, 1981 — LEFEUVRE & col. 1981). Il serait dommage que la France ne fasse pas l'effort nécessaire à la conduite d'une politique à long terme de gestion de son patrimoine naturel et sacrifie à des demandes conjoncturelles l'avenir de sa flore et de sa faune sauvages

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSEN (J.), 1953. — Analysis of a Danish roe deer population. *Dan. Rev. Game Biol.*, 2, p. 67-71
- BALIS (M.), 1969. — Large predators and fork hoofed animals in TANAP. *Ochrana prirody*, 6, p. 21-25
- BARBAULT (R.), 1981 — Écologie des populations et des peuplements. Masson Paris. 200 p
- BERDUCOU (C.), 1975. — Éléments de réflexion pour une gestion rationnelle des populations d'Isards : les mécanismes naturels de régulation de la densité. *Bull. Off. nat. Chasse*, 3, p. 105-137.
- BERDUCOU (C.), 1979. — Cité sans références en BOISSIER (I.) et CIOFOLO (M.). L'Isard dans deux vallons du massif d'Ossau : nécessité d'une approche globale. *Thèse 3e cycle de Psychophysologie* 1981. Toulouse. 264 p
- BERDUCOU (C.), BESSON (J.P.) et les Gardes-Monteurs du P.N.P.O. 1982. — Dynamique des populations d'Isard du Parc national des Pyrénées occidentales de 1968 à 1981. *Acta Biol. Mont.*, 1, p. 153-175.
- BESSON (I.), 1982. — Rapport au nom de la Commission d'enquête sur la situation de l'agriculture et de l'économie rurale dans les zones de montagne et défavorisées. Document Assemblée nationale, 757, p. 1-406
- BOISROUVRAY (du F.), PLANTAIN (P.), JACQUET (P.) & MELEN (P.), 1980. — Pourquoi la chasse ? Comment la chasse ? Comité national d'Information Chasse-Nature. Paris. 25 p
- BONNET (C.), 1981. — Quelle sélection pour le Cerf ? *Rev. nat. Chasse*, 404, p. 83-87.
- BOUCHARD (R.) & MOISAN (G.), 1974 — Chasse contrôlée à l'original dans les parcs et réserves du Québec. *Nat. can.* 101, p. 689-704
- BOURLIÈRE (F.) & VERSCHUREN (J.), 1960. — Introduction à l'écologie des Ongulés du Parc national Albert. Institut des Parcs nationaux du Congo Belge. Bruxelles. 158 p
- BOUVIER (G.), BURGISSER (H.) & SCNEIDER (P.A.), 1958 — Les maladies des ruminants sauvages de la Suisse. Service vétérinaire cantonal et Institut Galli-Valerio. Lausanne 131 p.
- BROSSET (A.), 1982. — La prédation. *Bull. Off. nat. Chasse*, 54, p. 14-25
- BURLE (J.) & HAVET (P.), 1980. — Proposition de solutions pour améliorer la gestion des populations de Chamois. *Bull. Off. nat. Chasse*, 33, p. 15-18.
- CAIN (S.A.), SOKOLOV (V.), SMITH (F.), CURRY-LINDAHL (K.), MELO-CARVALHO de (J.C.), FRANKEL (O.H.) & SCOTT (P.), 1970. — La préservation des régions et des écosystèmes naturels : la protection des espèces rares et menacées. Actes de la conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère. UNESCO. Paris p. 161-174.
- CHABAUD (A.), 1976a. — Structure et dynamique des populations de Chamois. 1ère partie. *Plaisir de la Chasse*, 290, p. 364-389
- CHABAUD (A.), 1976b. — Structure et dynamique des populations de Chamois. 2ème partie. *Plaisir de la Chasse*, 291, p. 463-467.
- COP (M.), 1979. — Le projet Lynx en Slovincie. *Bull. Off. nat. Chasse*, N° spécial Le Lynx, p. 103-113

- COUTURIER (M. A.), 1961. — Écologie et protection du bouquetin (*Capra aegagrus ibex ibex* L.) et du chamois (*Rupicapra rupicapra* L.) dans les Alpes. *La Terre et la Vie*, 1, p. 54-73.
- DAJOZ (R.), 1974. — Dynamique des populations. Masson, Paris, 301 p.
- DASMAN (R.F.) & MOSSMAN (A.S.), 1962. — Populations studies of impala in southern Rhodesia. *J. mammal.*, 43, p. 375-395.
- DELAUNAY (G.), 1982. — Contribution à la mise au point des méthodes de suivi des populations d'ongulés de haute montagne en milieu protégé. Étude sur le Chamois dans le parc national des Écrins. *Thèse 3e cycle d'Écologie*. Rennes, 280 p.
- DENDALETCHÉ (C.), 1982. — Ondes trophiques et stratégies animales d'utilisation de l'espace. *Acta Biol. Mont.*, 1, p. 15-29.
- DORST (J.), 1965. — Avant que nature meure. Delachaux & Niestlé Neuchâtel, 424 p.
- DOWNING (R. L.), 1981. — Deer harvest sex ratios — a symptom, a prescription or what? *Wildlife Soc. Bull.*, 9, p. 8-13.
- DOWSETT (R. J.), 1966. — Wet season game population and biomass in the Ngoma area of the Kafue National Park. *Puku*, 4, p. 135-145.
- FERBAYRE (J.P.), 1977. — Résultats des examens et enquêtes sur les tableaux de chasse de Chamois dans la zone périphérique du Parc national de la Vanoise (saison 1977). Rapport non publié Fédération départementale des Chasseurs de la Savoie.
- FERBAYRE (J.P.) & HAVET (P.), 1979. — Proposition d'améliorations de la gestion des populations de Chamois dans les Alpes. *Bull. Off. nat. Chasse*, 31, p. 13-21.
- FERNEX (M.), 1979. — Le Lynx dans le Jura. Chez nous, le Lynx, mythes et réalités. Guides Gesta, Paris, p. 135-137.
- FESTETICS (A.), 1979. — La réintroduction du Lynx dans les Alpes orientales. *Bull. Off. nat. Chasse*, N° spécial Le Lynx, p. 71-80.
- FOSTER (J.B.) & KEARNEY (D.), 1967. — Nairobi National Park census 1966. *E. Afr. Wildl. J.*, 5, p. 112-120.
- FRANKEL (O.H.) & SOULE (M.E.), 1981. — Conservation and evolution. Cambridge University Press. Cambridge, 327 p.
- GINDRE (R.), 1980. — Le giber de montagne en hiver. *Bull. Off. nat. Chasse*, 40, p. 35-36.
- GROS (F.), JACOB (F.) & ROYER (P.), 1979. — Sciences de la vie et société. Rapport au Président de la République. *La Documentation française*, Paris, 288 p.
- HAVET (P.), MAGNANI (Y.), OUDAR (J.), RICHARD (Y.), PAPAGEORGIOU (C.), MONTAGUT (G.), PRAVE (M.), EUZEBY (J.), JOUBERT (L.) & HARS (J.), 1979. — Données sur la kératoconjunctivite dans les Alpes françaises. *Bull. Off. nat. Chasse*, N° spécial Mai, p. 137-165.
- HEIM (R.), 1952. — Destruction et protection de la nature. Armand Colin, Paris, 224 p.
- JARMAN (P.J.) & JARMAN (M.V.), 1973. — Social behaviour, population structure and reproductive potential in impala. *E. Afr. Wildl. J.*, 11, p. 329-338.
- JULIEN (M.H.), 1965. — L'homme et la nature. La nouvelle encyclopédie. Hachette, Paris, 128 p.
- KECK (R.), 1977. — La réserve du Combe-not (Hautes-Alpes). *Le Saint-Hubert*, 8, p. 385-387.
- KEMPF (C.), 1979. — Écologie du Lynx, régime alimentaire et niche écologique. In: Chez nous, le Lynx, mythes et réalités, Guides Gesta, Paris, p. 38-39.
- KRAMER (A.), 1969. — Soziale organisation und Sozialverhalten einer gemischten Population (*Rupicapra* L.) der Alpen. *J. Tierpsychol.*, 26, p. 889-964.
- LACK (D.), 1954. — The natural regulation of animal numbers. Clarendon Press, Oxford, 343 p.
- LEFEUVRE (J.C.), RAFFIN (J.P.) & BEALFORT (de J.), 1981. — Protection, conservation de la nature et développement. In: Les connaissances scientifiques écologiques, le développement et la gestion des ressources et de l'espace. Ministère de l'Environnement — INRA-CNRS, Paris, p. 31-98.
- LEUTHOLD (W.), 1970. — Observations of the social organization of impala. *Z. Tierpsychol.*, 27, p. 693-721.
- LIENERT (L.), 1979. — La réintroduction du Lynx dans le canton d'Obwalden. *Bull. Off. nat. Chasse*, N° spécial Le Lynx, p. 81-86.
- MAGNANI (Y.) & HAVET (P.), 1980. — Propositions d'améliorations de la gestion des populations de Chamois dans les Alpes. *Bull. Off. nat. Chasse*, 32, p. 15-20.
- MATUSZEWSKI (G.) & SŁIMINSKI (P.), 1979. — Le Lynx et sa biologie en Pologne. *Bull. Off. nat. Chasse*, N° spécial Le Lynx, p. 17-30.
- MENARD (N.), 1982. — Quelques aspects de la socioécologie de la Vignone, *Lama vicugna*. *La Terre et la Vie*, 1, p. 15-35.
- MENTIS (M.T.), 1972. — A review of some life history features of the large herbivores of Africa. *Lammereiger*, 16, p. 1-89.
- MONTAGUT (G.), HARS (J.), GIBERT (P.), PRUD'HOME (C.) & HUGONNET (L.), 1981. — Observations sur la pathologie des ruminants sauvages de montagne (Chamois, Bouquetins, Mouflons) dans le département de la Savoie du 1er juillet 1977 au 30 juin 1980. *Trav. sci. Parc nat. Vanoise*, XV, p. 201-225.
- MONTFORT (A.), 1972. — Densités, biomasses et structures des populations d'ongulés sauvages au Parc de l'Akagera (Rwanda). *La Terre et la Vie*, 2, p. 216-256.
- MEUNIER (H.), 1980. — La chasse au Chamois demain. *Le Chasseur français*, 1002, p. 26-30.
- OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE, 1977. — Kératoconjunctivite dans la réserve des Bauges. *Bull. Off. nat. Chasse*, 7, p. 36-42.
- PAIRAUDEAU (C.), MOULIN (A.), PRAVE (M.), GASTILLU (J.), HARS (J.) & JOUBERT (L.), 1977. — Sur deux entités ayant sévi dans le parc national de la Vanoise : kératoconjunctivite infectieuse du Chamois et pleuropneumonie enzootique du Chamois et du Bouquetin. *Trav. sci. Parc nat. Vanoise*, VIII, p. 157-172.
- PETIT (G.), 1937. — Protection de la nature et questions de «démilitarisation» en contribution à l'étude des réserves naturelles et des parcs nationaux. Paul Lechevalier, Paris, p. 5-14.
- PETIT (G.), 1950. — Remarques sur l'écologie et la protection de la nature. *Vie et Milieu*, 1, p. 8-22.
- PFEFFER (P.), 1964. — Le rôle des facteurs climatiques dans la dynamique des populations d'ongulés sauvages des steppes et deserts paléarctiques. *La Terre et la Vie*, 2, p. 167-177.
- PFEFFER (P.), 1967. — Le Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon* Schreber 1782). Position systématique, écologie et éthologie comparées. *Mammalia*, 31, suppl. p. 1-262.

- PICTET (A.), 1948. — Le Parc national suisse considéré sous l'angle de la protection de la nature. *Mem. Académ. Roy. Belgique. Cl. Sci.* XIII, p. 1-203.
- PIERMONT (L.), 1979. — L'espace français : la France comme espace naturel : des écosystèmes en constante évolution in *Guide de la nature en France* France-Loisirs-Bordas, Paris, p. 30-33.
- RAFFIN (J.P.), 1979. — Des parcs nationaux pour quoi faire ? *La Recherche*, 104, p. 1032-1039.
- RAFFIN (J.P.) & LEFEUVRE (J.C.), 1982. — Chasse et conservation de la faune sauvage en France. *Biol. Conservation*, 23, p. 217-241.
- RICHARD (J.L.), 1972. — Un facteur écologique nouveau dans le Jura, le Chamois. *Bull. Soc. Neuchâtel Sci. nat.*, 95, p. 89-95.
- ROUCHER (F.), 1977 a. — La chasse raisonnée du Chamois et les parcs et réserves. 1ère partie. *Rev. nat. Chasse*, 360, p. 95-96.
- ROUCHER (F.), 1977 b. — La chasse raisonnée du Chamois et les parcs et réserves. 2e partie. *Rev. nat. Chasse*, 361, p. 84-86.
- SCHLÖTH (R.F.), 1972. — Die Entwicklung des Schalenwildbestandes im Schweizerischen Nationalpark von 1918 bis 1971. *Schweiz. Z. Forstwesen* 9, p. 565-571.
- SPINAGE (C.A.), 1970. — Population dynamics of the Uganda defassa water buck (*Kobus defassa ugandae*) in the Queen Elizabeth Park, Uganda. *J. animal Ecol.*, 39, p. 51-78.
- STRANDGAARD (H.), 1979. — Une étude de cas : le chevreuil. *Naturepo*, 32, p. 19-21.

LE GRAND RIED CENTRAL D'ALSACE : ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION D'UNE ZONE HUMIDE D'ORIGINE FLUVIALE RHÉNANE.

par R. CARBIENER

Laboratoire de Botanique et Cryptogamie
UFR de Pharmacie B.P. 10 - 67048 STRASBOURG Cedex

RÉSUMÉ

Le Grand Ried Central d'Alsace est la plus vaste zone humide de vallée fluviale de piémont alpin d'Europe. Elle correspond à la zone des diffusions holocènes du profil longitudinal du Rhin. Ces diffusions oscillent jusqu'à 15 km de distance du fleuve. Les inondations, la présence de la puissante nappe phréatique subaérienne des glaciers glaciaires du Rhin conditionnent l'écologie du Ried de pair avec les séquences spatio-temporelles de mise en place des substrats (géomorphologie) et le régime des eaux (hydrologie).

L'étude passe en revue la typologie stationnelle des unités écologiques du Ried. Celles-ci s'agencent selon un compartimentage transversal de la vallée fluviale et des gradients longitudinaux. Trois échelles de grandeur peuvent être retenues.

A. A petite échelle, un transect perpendiculaire au Rhin oppose deux super unités. La première est celle de l'axe rhénan, convexe parce que soumise à alluvionnement holocène en milieu de «forêt rhénane» (joints-galerie inondables). C'est une gigantesque levée sablo-graveleuse (au centre) sablo-limoneuse (sur la marge externe) carbonatée calcaire inondée en été.

La deuxième est celle de la dépression marginale concave de décantation des eaux de crue. Elle étalait les crues hivernales des torrents vosgiens capturés par la rivière Ill, rivière prisonnière de la dépression et coulant donc parallèlement au Rhin. Cette dépression argileuse voire tourbeuse, aux sols non carbonatés mais saturés de cations, portait des forêts (forêts ciliées c'est-à-dire de l'III) et des vastes étendues non boisées de bas marais.

B. A moyenne échelle, et tenant compte de l'évolution temporelle au cours de l'holocène moyen et récent, quatre unités majeures se dessinent. De l'axe rhénan vers la bordure vosgienne ces quatre unités s'agencent comme suit :

1. Le Ried Blond rhénan occupe la zone «du lit majeur» principal du Rhin «sauvage» d'avant la rectification (1848-1880), à sols peu évolués carbonatés et sableux. C'est le domaine originel des forêts alluviales rhénanes de piémont alpin avec le Quercus-Ulmétum comme un type forestier thermohygrophile de haute originalité à l'échelle de l'Europe. Ses caractères structuraux «tempérés chauds» c'est-à-dire paléotropeux (forte xylème générique des lames et diversité des essences ligneuses), liés à l'inondation estivale (juin à août), l'unicité de ce compartiment se focalise donc sur les forêts rhénanes et les milieux aquatiques imbriqués avec elles.

2. Le Ried Brun rhénan occupe une levée limono-sableuse et calcaire édufiée par le fleuve lors d'une récurrence «pluviale» post-romaine. Mise

en culture à partir du Moyen Âge, cette levée porte un alignement de villages parallèles au fleuve et borde la dépression marginale qu'elle individualise bien.

3. Le Ried Noir central. Il correspond à l'axe de la dépression marginale. Cet axe a évolué en compartiment isolé protégé des eaux de crue, à partir de l'holocène moyen (— 6000 B.P.), par des systèmes anciens de levées parallèles au Rhin et à l'III. D'où l'acquisition d'un statut de bas marais tourbeux calcaire (mais non carbonaté), oligotrophe, inondé par remontée hivernale des eaux phréatiques. Un état primaire partiellement non boisé est très probable. Ce compartiment, exploité en prairies extensives, concentrait une foule de joyaux floristiques primaires. Des populations isolées d'espèces de vallées fluviales continentales, délaissées, en limite d'aire, le caractérisent.

4. Le Ried Gris occidental. Ce compartiment est celui du lit majeur actuel (10 000 ha) ou «champ d'inondation» de l'III. Le Ried Gris est originellement entièrement boisé par les forêts dites de l'III, c'est-à-dire des forêts eutrophes de très haute productivité se répartissant entre les Aulnaies à Frêne et Merisier à grappe (Pruno padifraxinetum) dans les Chénuaux et des Chénuaux Charmatés alluviaux (Alno-Carpinetum) sur les terrasses peu souvent inondées.

Ce dernier type forestier est marqué par l'imbriication priminaire d'une succession de synusies de géophytes.

Partiellement défriché, ce Ried fut converti en prairies de fauche de haut rendement (Arrhenatheretalia) mais fort diversifiées par les variations topographiques et de texture des sols.

C. A grande échelle, chaque unité stationnelle se subdivise en sous-unités essentiellement dues à des variations topographiques ou de texture des substrats alluviaux.

L'ensemble de cet agencement, ses déterminismes, les groupements végétaux correspondants, les espèces végétales discriminantes, quelques données faunistiques et mycologiques sont décrits dans ce travail.

Les rivières phréatiques, particularité hydrologique du Grand Ried sont définies. Leur fonction de «biomimétique» de l'état de santé de la nappe phréatique et de témoin des échanges eaux de surface - nappe est évoquée. Il s'agit d'un modèle hydrologique dont l'exploitation scientifique est très prometteuse.

Enfin, la richesse du paysage Riedien, paysage macro-biocène qui exprime l'adaptation empirique agro-sylvo-pastorale ancienne aux contraintes naturelles, est analysée du point de vue des effets de lisière. La diversité spécifique du Ried (flore, faune, champignons) doit beaucoup aux effets de lisière, ici encore analysables à diverses échelles. Mais l'analyse scientifique du Ried n'en est qu'à ses débuts. L'exploitation, notamment quantitative du «modèle naturel Ried» promet l'acquisition de résultats scientifiques fondamentaux, à condition que l'intégrité du «modèle» puisse être préservée.



1. INTRODUCTION LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE.

La zone humide du Grand Ried Central d'Alsace couvre une superficie d'environ 50.000 hectares. L'espace géographique concerné comprend la quasi totalité de la largeur de la plaine d'Alsace entre Strasbourg et la rivière La Bruche au Nord, la latitude de Colmar (ligne Colmar-Artzenheim) au Sud. La limite orientale est formée par le Rhin. La limite occidentale correspond approximativement au cours de l'Ill qui lui-même jalonne, à partir de Colmar, le rebord des collines prévosgiennes et cônes de déjection glaciaires des torrents vosgiens (entre Colmar et Sélestat), puis le rebord d'une terrasse wurmienne couverte de loess (la terrasse dite d'Erstein) (Figures 1 et 2).

Le Grand Ried Central d'Alsace doit son existence au façonnement fluvial du fossé tectonique rhénan par le Rhin glaciaire wurmien, puis le Rhin post-glaciaire «sauvage» jusqu'à l'époque des endiguements et de la rectification du fleuve (deuxième moitié du 19^e siècle). La subsidence du fossé, qui se poursuit actuellement, tend à accentuer le caractère de zone humide du Ried. Toutefois, la géomorphologie fluviale est responsable de l'essentiel des processus de genèse de ce milieu alluvial : l'ensemble du Grand Ried était inondé lors des crues «cyclicales» du Rhin. De même l'ensemble du Grand Ried présente actuellement encore des sols hydromorphes dus à une nappe phréatique subaffleurante en équilibre et échange avec les eaux de surface.

Le Grand Ried constitue une région naturelle d'une très grande complexité. Son écologie est conditionnée en effet par l'interférence de plusieurs facteurs primordiaux variant chacun graduellement à savoir : la texture des alluvions et leur teneur en carbonates ; le niveau et le régime hydrologique (amplitude et périodicité annuelle de battement) de la nappe phréatique ; l'inondabilité par les eaux de rivière et ses modalités ; enfin la durée de l'évolution pédologique. Il est aisé de concevoir que les combinaisons entre ces facteurs sont susceptibles en théorie d'engendrer des variations stationnelles infinies. L'impact et l'historique des interventions humaines viennent encore compliquer le tout. Toutefois, les déterminismes qui régissent les combinaisons factorielles en milieu alluvial restreignent fortement leur nombre, permettant la délimitation d'une *typologie stationnelle à base écologique*, typologie dont l'esquisse constituera l'objectif essentiel du présent travail.

2. LA GENÈSE DU GRAND RIED : L'ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE GLACIAIRE ET POST-GLACIAIRE DE LA PLAINE RHÉNANE ALSACIENNE

Dans l'ensemble du Grand Ried des *graviers glaciaires* rhénans forment soit le *sous-bassement* des sols à faible profondeur (0,5 à 2 m), soit affleurent sous forme de bombements de levées et terrasses. Ces graviers riches en calcaires, très épais du fait de la subsidence quaternaire de la plaine (plusieurs

dizaines de mètres au moins) constituent la roche-réservoir de la puissante *nappe phréatique d'Alsace* (dite rhénane) une des plus vastes nappes d'eaux hypogées alluviales d'Europe. Cette nappe affleure elle-même à faible profondeur partout dans le Ried (également entre environ 0,5 et 2,5 m) et constitue un des facteurs majeurs de son écologie de zone humide (SIMLER *et al.*, 1980).

Graviers et nappe phréatique représentent un *héritage glaciaire*. Ils conditionnent aussi l'existence de biotopes «délphins» tant terrestres (forêts pionnières rhénanes d'Aulnes blancs et de Saules arborescents déalpins, voir 4.1.2.) qu'aquatiques (rivières phréatiques, transposition en plaine de biotopes lotiques salmonicoles de montagne).

Quelle est l'origine de ces accumulations de graviers aquifères carbonatés calcaires glaciaires ?

2.1. La mise en place du sous-bassement de gravier aquifère par le Rhin glaciaire

Le bassin de réception du Rhin concerne la totalité du versant Nord des Alpes suisses et du Vorarlberg autrichien (36.000 km²). Or le fleuve débouche brutalement dans un fossé tectonique à Bâle après franchissement des derniers goulots (cluses) jurassiens. D'où les proportions gigantesques de la dynamique accumulative affectant au cours de la glaciation wurmienne la plaine subsidente.

Le lit majeur estival du fleuve glaciaire venait lécher, de Mulhouse à Strasbourg-la Bruche, soit sur les deux tiers Sud de la plaine d'Alsace, le pied des collines prévosgiennes (dont le rebord correspond aux failles dites rhénanes) donnant un champ d'inondation de plus de 20 km de large côté alsacien (sur plus de 25 km au total).

La puissance de débit du fleuve explique que l'ensemble de ce champ d'inondation fut recouvert de nappes de graviers et galets interstratifiées de sables et limons carbonatés calcaires (ces derniers à l'origine de l'importante couverture nivéolienne de loess des collines et des terrasses fini-glaciaires, dont la terrasse d'Erstein qui jointe le Grand Ried au Nord-Ouest).

La partie amont du dépôt alluvial, la plus puissante et la plus grossière (avec des galets de plus de 20 cm de grand axe) se décrit comme un *cône de déjection géant* et surbaissé, un des plus grands cônes alpins. Il resta fonctionnel jusqu'au début du post-glaciaire (absence de loess). Ce cône correspond à la *région naturelle dite basse-terrasse de la Hardt haut-rhinoise**, aux sols squelettiques et très filtrants - secs. La nappe phréatique s'y trouve en effet à grande profondeur, du fait que le cône fut fossilisé - cessa d'être fonctionnel - dès le début du post glaciaire (voir plus loin § 2.2.).

La Hardt comporte un bombement axial entré du Sud au Nord le long du Rhin, à texture très grossière. Cette dorsale du cône porte des forêts maigres, qui sont des Chênaies-Charmaies subacidophiles au Sud, des remarquables Chênaies pubescentes subcontinentales à clairières naturelles steppiques plus au Nord, dans la zone d'emprise de

* La Hardt haut rhinoise représente, par son substrat un *héritage glaciaire* figé et asséché. En tant qu'entité xérothermique d'origine fluviale rhénane, la terrasse de la Hardt qui borde la limite amont du Ried, se trouve en contraste écologique violent et remarquable avec celui-ci. Dans la zone humide du Ried, le substrat glaciaire a été repris, remanié et le plus souvent enfoui sous des alluvions holocènes plus fines d'âge varié.

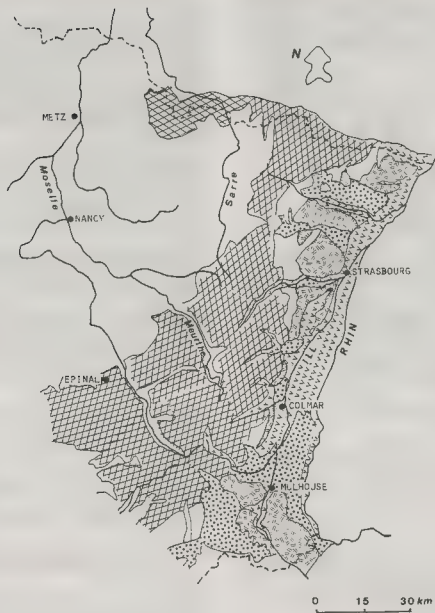


Fig. 1.— Situation générale des Ried de la plaine rhénane alsacienne (d'après JUILLARD 1977).

Plaines alluviales et ried : vvv

Terrasses pleistocènes : en pointillés

Terrasses et collines couvertes de loess : II I

Massif ancien vosgien et couverture triasique : xxx

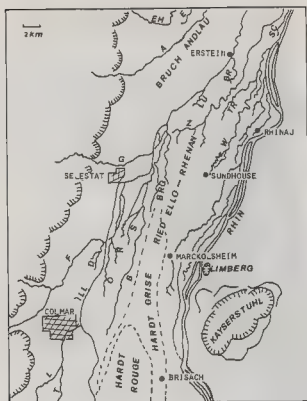


Fig. 2. — Le réseau hydrographique du Ried ello-rhénan caractérisé par les «rivières phréatiques».

Abréviations rivières

A. ANDLAU, B. BLIND, BR. BRUNNENWASSER, BRG. BRUCHGRABEN, BRU. BRUNNENWASSER, D. DACHSB., E. ERGELS, EH. EHN, F. FECHT, L. LAUCH, LU. LUTTER, O. ORCHBACH, R. RIEDBR., S. SCHEIDGRABEN, SC. SCHUTZENGR., T. THUR, TR. TRULYGR., W. WESTERLACH, Z. ZEMBS.

Toutes les rivières entre Ill et Rhin sont de nature phréatique

«l'îlot climatique xéothermique de Colmar - Neuf Brisach». Cet îlot climatique est caractérisé par une anomalie thermique positive (moyenne annuelle de plus de 1° contre 10° pour la plaine adjacente) et hydrique négative (500 à 600 mm de pluies concentrées sur l'été). Il est déterminé par la barrière orographique de la «Grande Crête» vosgienne. Les sols correspondant à ces forêts sèches sont très évolués, rubéifiés et décarbonatés («Hardt rouge»).

2.2. La genèse du Grand Ried au cours de l'évolution post-glaciaire.

L'unité naturelle «Grand Ried» qui succède à la Hardt en aval d'une ligne Colmar-Marckolsheim, constitue, au contraire de la terrasse fossile de la Hardt, une *région alluviale restée fonctionnelle* jusqu'à l'époque actuelle. Le Grand Ried Central correspond en effet à la perpétuation, tout au long de l'holocène (post-glaciaire) d'un lit majeur fonctionnel du Rhin resté

presque aussi large que le lit glaciaire. Mais les conditions hydrologiques et d'alluvionnement ayant considérablement changé, il en résulte le *fajonnement de la plus vaste dépression marginale fluviale préalpine d'Europe*. Le trait hydrologique le plus remarquable de ce façonnement est la naissance de la rivière Ill, rivière détectée vers la marge extérieure occidentale de la dépression. L'Ill qui se confondait au glaciaire avec les multiples anastomoses du Rhin, collecte l'ensemble des torrents vosgiens en amont de Strasbourg et, fait remarquable, coule parallèlement au Rhin, étant captive de la partie externe la plus déprimée de la dépression marginale de la plaine rhénane holocène.

Aussi le Rhin ne reçoit-il entre Bâle et Strasbourg, aucun affluent de rive gauche hormis des «rivières phréatiques» du Ried (voir plus loin). Ce fait est d'une grande importance écologique puisqu'il maintient les influences vosgiennes (sables siliceux, eaux peu minéralisées) totalement à l'écart de la plaine à l'est du champ d'inondation de l'Ill. Toute cette plaine présente ainsi des substrats soit neutres soit basiques carbonatés.

Pour comprendre la genèse du Ried et de ses principales subdivisions stationnelles-écologiques actuelles il faut considérer l'évolution sectorielle du profil rhénan au cours de l'holocène, par rapport au profil würmien.

La réadaptation du profil longitudinal du fleuve au post-glaciaire (consécutive à l'amenuisement considérable de sa charge alluviale) rendit ce profil plus «tendu» (Figure 3). Par rapport au profil glaciaire, 3 secteurs s'individualiseront à l'holocène au niveau de la plaine rhénane alsacienne.

2.2.1. Le profil rhénan en amont du Ried.

Dans un secteur amont de la plaine, entre Bâle et Neuf-Brisach, le fleuve substitue une dynamique holocène érosive à la dynamique accumulative glaciaire. Aussi s'entailla-t-il linéairement dans son cône (de 4 à 12 m), entraînant la nappe phréatique en profondeur, fossilisant la terrasse (le cône) de la Hardt, tout en conservant une pente actuelle forte de plus de 1 ‰. Le lit majeur holocène du Rhin, très anastomosé mais très rétréci (quatre à six kilomètres de largeur) y fut lui-même fossilisé et totalement asséché lors de la rectification du 19^e siècle, rectification qui provoqua une reprise d'érosion donc une nouvelle entaille atteignant jusqu'à 8 mètres supplémentaires.

2.2.2. Le profil rhénan à hauteur du Grand Ried et ses conséquences : Les anastomoses du Rhin et de l'Ill (Giessen), les rivières phréatiques.

Dans un secteur médian, qui correspond au Grand Ried (entre Marckolsheim et Strasbourg) le niveau holocène du fleuve resta approximativement en concordance avec le niveau glaciaire (voir même dans la région de Rhinau, se suréleva d'un demi-mètre). Ce secteur se raccorde à celui de la Hardt par une nette rupture de pente (Figure 3). La plaine y possédait une inclinaison moyenne d'environ 0,7 ‰. Dans sa partie Sud, entre Marckolsheim et Rhinau, on peut décrire la plaine rhénane comme un «glacis aval holocène du cône de déjection würmien». La dynamique holocène redevenant essentiellement accumulative elle tend en effet à reconstituer de ce fait, mais en beaucoup plus surbaissé, un éventail alluvial (cône). Le triangle approximatif Marckolsheim-Muttersholz-Rhinau représente

l'essentiel de ce cône alluvial holocène (CARBIENER 1969, HIRTH 1972)

Dans cette région, inondée avec une particulière fréquence par les grandes crues séculaires du Rhin, le Rhin «sauvage» d'avant la rectification possédait deux lits majeurs emboîtés. Le premier correspondait aux crues décennales et continuait à occuper une largeur semblable à celle du secteur amont (4 à 6 km). Le second, séculaire, s'étend sur toute la plaine entre Ill et Rhin en s'épanouissant en éventail à partir de Marckolsheim. Empêtrés dans les alluvions du cône holocène les thalweg du Rhin et de l'Ill tendent à se relever au-dessus du niveau moyen de la plaine. D'où leur grande instabilité et l'existence d'un *lacis de chenaux de diffluence* donnant des *bras latéraux anastomisés aux eaux vives et peu profondes, bras dits «Giessen»*. Ce réseau de diffluences caractérise l'ensemble du Grand Ried et lui confère une originalité hydrologique marquée. Il est particulièrement dense dans le lit majeur décennal du Rhin. Parallèlement, un système très complexe de levées de rives et de dépressions marginales emboîtées alternant avec des restes remaniés de la terrasse würmienne, s'édifie. Il en résulte un *quadrillage géomorphologique* en mosaïque sur laquelle se calque l'agencement des unités écologiques. L'empirisme paysan séculaire transforma la mosaïque stationnelle en un *maillage macro-bocager*, qui faisait alterner labours, prairies de fauche, prairies de litières, forêts, bosquets, «un», que couillaient arborescentes ou de fruticées le long des fosses et cours d'eau. Cet aspect macro-bocager constitue une caractéristique paysagère majeure et hautement originale du Grand Ried.

Une autre grande originalité est exprimée par l'existence d'un réseau de *rivières phréatiques*, (les «Brunwassers»). Figure 2). Ce sont des cours d'eaux alimentés exclusivement ou principalement par les «paraécoulements» (JUGET et ROUX,

1982) de la nappe phréatique des graviers du Rhin, donc stenothermes, oligotrophes-calcaires, de régime très régulier, aux eaux d'une constante et remarquable limpidité. Ces cours d'eaux salmonicoles d'eaux vives (pente générale de la plaine $^{\circ}$) occupent des chenaux de diffluence holocènes anciens (Giessen et chenaux de crue fossiles) du Rhin et de l'Ill, mais sont, contrairement aux Giessen, sans communication avec ces cours d'eaux à l'amont.

La rectification du fleuve dans la deuxième moitié du 19^e siècle n'entraîna pas non plus dans le secteur médian, de modification des niveaux d'eaux moyens. Aussi le système des Giessen, anastomoses du Rhin, partiellement conservé continua-t-il à rester fonctionnel (contrairement au secteur amont où il s'assécha, ruinant des villages de pêcheurs).

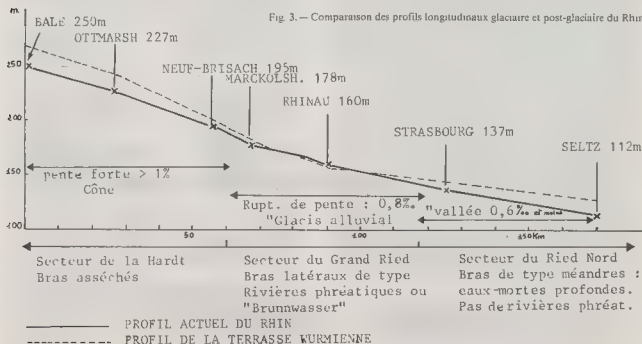
2.2.3. Le secteur aval : le Ried Nord et les méandres du Rhin

Dans ce secteur (à partir de Strasbour - confluent de la Bruche avec l'Ill jusqu'à la frontière Nord de l'Alsace) la pente du Rhin s'amenuise encore (moins de 0,5 ‰), mais progressivement. La rupture de pente est moins nette par rapport au secteur précédent.

Le Rhin post-glaciaire y a refaçoné sa vallée en la recalibrant sur une largeur moyenne d'environ 12 km mais oscillant irrégulièrement entre les côtes badois et alsacien actuels. Le fleuve y acquiert en effet une dynamique différente. Contrairement aux secteurs du Grand Ried la dynamique fluviale évolue vers un équilibre accumulation - érosion après une phase érosive holocène ancienne.

Les bras latéraux du Rhin sauvage y changent de nature : peu à peu les Giessen deviennent méandres, donnant après la rectification de vastes eaux mortes profondes, calmes, eurythermes et eutrophes (donc bien différentes des Giessen $^{\circ}$). De

Fig. 3. — Comparaison des profils longitudinaux glaciaire et post-glaciaire du Rhin.



même, le cours intérieur de l'III, qui conflue avec le Rhin à 15 km en aval de Strasbourg est marqué par de grands méandres.

La vallée rhénane holocène de Basse Alsace est entaillée (phase érosive ancienne) dans des terrasses alluviales sableuses-siliceuses de rivières vosgiennes à bassin de réception gréseux (Grès triassique des Vosges du Nord) terrasses formant un talus progressivement accentué vers l'aval, talus passant de 2-3 m à Strasbourg à 12 m à Lauterbourg. Les rivières vosgiennes captives de la dépression marginale au pied de la terrasse, donc incurvées vers le Nord, ne tardent cependant pas à confluer avec le Rhin, amenant des interstratifications d'alluvions siliceuses avec les dépôts holocènes carbonatés rhénans : les substrats du Ried Nord sont partiellement acidifiés.

Aussi le Ried Nord, qui correspond à ce troisième secteur de la plaine rhénane holocène d'Alsace, possède-t-il, du fait de toutes les modifications écologiques précitées, des caractères biogéographiques et écologiques nettement différenciés par rapport au Grand Ried. Il est dans l'ensemble, appauvri par rapport à la diversité floristique phytosociologique et zoocénologique du Grand Ried, mais possède aussi des originalités floristiques, faunistiques et biocénologiques spécifiques. Nous ne pouvons toutefois pas les détailler dans le cadre de ce résumé. Notons simplement, entre autres, la perte progressive d'ensembles floristiques et faunistiques « déalpins » (Argousier, Aulne blanc, *Salix daphnoides*, *S. elaeagnos*, *S. nigricans*, *Daphne mezereum*, *Thalictrum aquilegifolium*...), dans les complexes forestiers rhénans ; la disparition de *Eriophorum latifolium*, *Carex davalliana*, *Pedicularis palustris*, *Parnassia palustris*, *Juncus alpinus*, *Ranunculus lingua*, *Cicuta virosa*... ; typiques des complexes de bas marais calcaïques riverains des Giessen.

De même la perte d'un élément basiphile-méditerranéen, ou subalpin-montagnard jurassien (*Schoenus nigricans*, *Ophrys sphegodes*, *Orchis palustris*, *Gentiana ulriculosa*, *G. germanica*, *G. ciliata*, *Gladiolus palustris*, *Allium suaveolens*, *Buphthalmum salicifolium*, *Phyteuma orbiculare*, *Peucedanum officinale*, *Pulsatilla vulgaris*, *Teucrium montanum*, *Astragalus danicus*...) se note dans les complexes de prairies extensives de la dépression marginale ou des bancs de gravier ; dans la végétation aquatique (*Potamogeton coloratus*, *Oenanthe fluviatilis* - qui va jusqu'au continent de la Moder et du Rhin toutefois -). Bon nombre des espèces énumérées ont toutefois été exterminées récemment dans le Ried Central (BERNARD, 1980). De même la perte d'un ensemble faunistique déalpin d'invertébrés et de poissons (Truite, Ombre, Loche, Chabot, Ecrevisse à pattes blanches...) peut être notée au niveau des cours d'eau du Ried Nord.

Inversement, des ensembles floristiques-faunistiques-sociologiques nouveaux discriminent le Ried Nord. Citons des plantes aquatiques thermophiles-eutrophes (*Trapa natans*, *Nymphaeas peltata*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Ricciocarpus natans*, *Azolla filiculoides* qui profitent de la transformation des Giessen en eaux mortes calmes, larges, eutrophes, ensoleillées et souvent peu profondes) des espèces des Moliniaïdes du Ried rares ou absentes dans le Ried Central. (*Viola elatior*, *V. pumila*, *Veronica longifolia*, *Isula briannica*), etc.

3. DÉFINITION DES SUBDIVISIONS ÉCOLOGIQUES DE PREMIÈRE GRANDEUR DU RIED CENTRAL

3.1. Les principales variables en cause.

La classification utilisée reprend, avec quelques mises à jour, la définition des unités écologiques majeures à base géomorphologique-pédologique proposée en 1969 (CARBIENER) et 1972 (HIRTH). Il est en effet impossible de comprendre le Ried et de clarifier sa complexité, sans une vision géographique synthétique et dynamique retraçant l'évolution holocène de la géomorphologie fluviale du Rhin en Alsace.

C'est cette dynamique qui conditionne l'agencement des unités écologiques de première grandeur (« majeures ») en bandes longitudinales, parallèles au Rhin et à l'III (Ried blond, Ried brun, Ried noir, Ried gris).

Ces unités majeures se subdivisent elles-mêmes en sous-unités texturales (granulométrie des dépôts) hydrologiques (régime de la nappe phréatique) et topographiques (terrasses, levées, chenaux...) dont la typologie a été affinée depuis les premiers travaux sur le Ried (CARBIENER, 1979). La typologie de ces sous-unités sera précisée lors de la description des entités majeures. Pour chaque sous-unité la valence stationnelle-écologique sera esquissée. Les figures 4 et 5 schématisent les différenciations hydrologiques et l'agencement géomorphologique des unités écologiques.

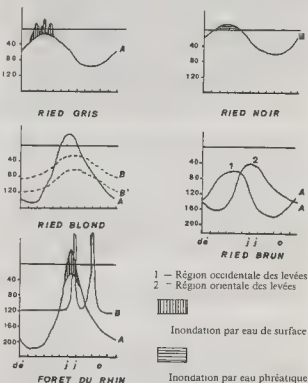
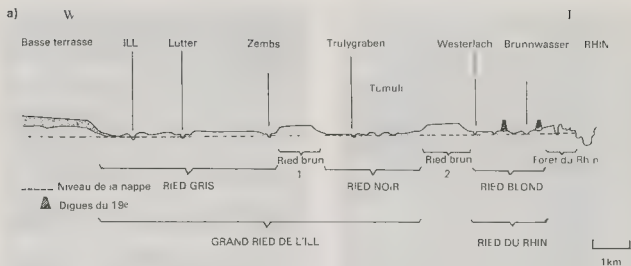


Fig. 4.— Régimes hydrologiques comparés des unités naturelles du Ried (évolution du niveau de la nappe au cours de l'année)

a = niveau de la nappe
b = antérieur au Canal d'Alsace
B, B' = postérieur au Canal d'Alsace (B' : varie selon distance aux seuils).



Coupe schématisée du Grand Ried, de Benfeld au Rhin en passant par les finages d'Herbsheim et Boofzheim

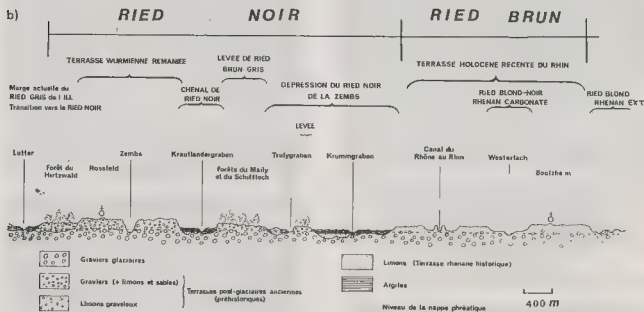


Fig. 5 — Coupe schématisée du Ried ello rhénan nord (Ried de la Zembs)

- a) Schéma d'ensemble
b) Détail de la partie centrale

3.2. Présentation des unités.

D'Est en Ouest, du Rhin à l'Il, les compartiments écologiques de première grandeur s'échelonnent en quatre bandes :

- **Le Ried Blond rhénan.** Il est très hétérogène de texture mais dominé par des *substrats grossiers* allant des galets aux limons sableux ; très *hétérogène de topographie* du fait de la vigueur de la dynamique rhénane : levées, terrasses, bancs de graviers, dépression marginales et chenaux s'imbriquent en une mosaïque de petites dimensions à micro-topographie vigoureuse ; *basique* par la richesse des substrats en carbonates, *humide en été* (crue estuiale du Rhin)

- **Le Ried Brun** correspond à une *terrasse holocène récente* (post-romaine) *limoneuse carbonatée*, cultivée, mais interrompue de chenaux et de bancs de graviers.

- **Le Ried Noir** correspond à une vaste dépression marginale centrale (axiale) de la plaine du Rhin. Cette dépression est protégée depuis l'holocène moyen des incursions régulières d'eaux d'inondation. Il s'agit d'une cuvette de décantation argileuse située à l'arrière de l'énorme bourrelet alluvial rhénan holocène ancien « fossilisé » depuis 4 à 5000 ans. Cette cuvette a évolué sous l'influence d'une hydromorphie accentuée (remontées inondantes de la nappe phréatique) vers la constitution de *sols noirs* « d'Anmoor » à gley, c'est-à-dire de *bas marais calcaux* (mais non carbonatés !) *très humifères, très argileux, mésotrophes, très humides en hiver* par remontée de nappe. Le Ried Noir se présente en vastes cuvettes (surtout au sud : Ried de la Blind), mais s'organise par places, en chenaux vers le Nord (Ried de la Zembs). Les sols noirs sont interrompus localement par des épaulements de graviers rhénans ou des restes de terrasses wurmiennes remaniées à l'holocène ancien, formant la sous-unité du « Ried Gris-Brun ». Les sols sont mésotrophes, décalcifiés, neutres à faiblement basiques

- **Le Ried Gris** est constitué de l'ensemble unités stationnelles concernées par le champ d'inondation actuel (« lit majeur ») de la rivière Ill (crues du semestre hivernal). Il est marqué par l'eutrophie et de fortes variations saisonnières d'humidité des sols. Ces derniers sont des sols bruns à Pseudogley ou gley profond et humus très évolué de type complexes argilo-humiques à acides humiques gris, neutres et non carbonatés.

4. TYPOLOGIE STATIONNELLE, DESCRIPTION ÉCOLOGIQUE SOMMAIRE ET SUBDIVISIONS DE CHACUNE DES UNITÉS DU GRAND RIED. AINSI DÉFINIES

4.1. Le Ried rhénan ou « Ried Blond » oriental.

Nous l'avons dénommé d'après la couleur chamois pâle (ou blonde) des sables fins rhénans calcaires récents

En effet, la région axiale du Rhin a connu à l'époque du « Rhin sauvage » c'est-à-dire jusqu'au milieu du 19^e siècle, un alluvionnement intense (donnant le profil bombé et expli-

quant les diffusions nombreuses des Giessen) dont les séquences se terminent souvent par des dépôts de sables fins ou sables limoneux, conflant des graviers. La jeunesse de ces dépôts fait que la couleur d'origine de l'alluvion n'est qu'à peine affectée par la pédogénèse

Le Ried Blond correspond grosso modo au lit majeur décennal du Rhin « sauvage » (d'avant la rectification du 19^e siècle). Du fait du dynamisme considérable du fleuve à ce niveau, cette zone d'inondation de fréquence fonctionnelle élevée comporte un système particulièrement vigoureux de levées de rive et de pressions marginales emboîtées. On y voit alterner des bancs de galets et graviers et terrasses de graviers édifiées lors des grosses crues (« Aufschüttungen » selon la terminologie allemande de WENDELBERGER), des levées de rives formant cordons-digues sableux (« Anlandungen » des auteurs germaniques), des dépressions marginales de décantation limoneuses, voire argilo-limoneuses (« Verlandungen »). Ces formes sont emboîtées à plusieurs échelles de grandeur.

4.1.1. L'évolution du Ried Blond depuis un siècle

Avant les endiguements généralisés le Ried Blond était quasi intégralement forestier du fait des inondations d'été. Le Rhin sauvage divaguait dans toute cette région, déplaçant continuellement ses diffusions et abandonnant de vastes surfaces dénuées de graviers et sables (Figure 4).

Les conséquences des endiguements et de la rectification du Rhin.

Après la rectification et les endiguements du 19^e siècle (1840-1890), le Ried Blond rhénan évolua selon deux à trois schémas longitudinaux divergents, concernant des compartiments séparés par des digues de hautes eaux principales. Du fleuve vers l'extérieur on traverse trois compartiments. Le compartiment le plus interne (à l'Est de la digue interne) continue à être régulièrement inondé par le fleuve rectifié en été. Il a de ce fait gardé son affectation exclusivement forestière et comporte des forêts alluviales fonctionnelles formant la « forêt galerie » rhénane. Le compartiment central, situé entre deux digues n'est inondé que partiellement par des remontées de nappe estuariales. Il est resté lui aussi forestier et palustre pour l'essentiel. La région rhénane externe aux digues par contre a été défrichée tout en conservant des parties boisées. Examinons ces trois compartiments.

4.1.2. La forêt alluviale rhénane fonctionnelle inondée par débordements du Rhin rectifié

La forêt alluviale rhénane restée fonctionnelle se compose de phytocénoses intrazonales relevant de l'Ulmenion (forêt à bois durs) et du Salicion albae (forêts à bois tendres). Elle était envahie annuellement, sauf quelques bancs de graviers hérités du Rhin sauvage et formant des lieux dits « Kopfe » (c'est-à-dire têtes), par les eaux limoneuses et eutrophes de débordement du fleuve et de ses bras latéraux (les Giessen).

Ces crues affectaient chaque été la quasi totalité de la forêt (au moins sur quelques jours ou heures en juin-juillet, crue nivale) et persistaient des semaines dans des dépressions marginales (juin à août). Des épisodes de crues « pluviales » pouvaient s'y surajouter de septembre à décembre (beaucoup plus rarement dans le 1^{er} semestre). Mais ces crues, intraforestières, n'avaient plus qu'un effet dynamique limité, essentiellement

marqué par la consolidation des *cordons sableux riverains* des Giessen, au cours largement stabilisé. D'où aussi la transformation de la séquence des dépôts dans les vastes dépressions marginales forestières en couches épaisses de limons sableux (sables fins) surmontant les dépôts beaucoup plus grossiers du Rhin sauvagement divaguant formant sous-bassements. L'alluvionnement sablo-limoneux post-rectification atteint en moyenne 0,5 à 2 m d'épaisseur selon les lieux. L'amplitude moyenne annuelle de battement de la nappe phréatique (Figure 4) y dépassait 2 m à 2,5 m.

4.1.2.1 L'originalité et l'intérêt écologique considérable des forêts rhénanes d'Alsace.

Les forêts alluviales fonctionnelles se subdivisent classiquement en deux grandes catégories : les forêts à bois tendres et les forêts à bois durs.

Les **forêts à bois tendres** relèvent du *Salici-Populetum* (Salicion albae). Ce sont des forêts pionnières dont le cycle dure environ 1 siècle, composées de Saules arborescents (*Salix alba*) et (sur gravier) de Peupliers noirs (*Populus nigra*). Incapables de se régénérer sous elles-mêmes, leur permanence est tributaire de la création périodique de milieux alluviaux «neuts», dénués par des crues, et humides (de niveau topographique bas). Ce sont des forêts de grande valeur esthétique, de productivité volumique parfois énorme [17 m³/ha/an d'après MARGL (comm. verbale) pour des forêts de Saules danubiennes de même situation hydro-géomorphologique que les alsaciennes]. Elles se subdivisent en plusieurs sous-associations en fonction du niveau topographique donc de la durée de l'inondation et de la texture des substrats. Les strates herbacées dépourvues d'espèces forestières des Quercus-Fageteta sont composées d'héliophytes et de nitrophiles introgrossées à partir de mégaphorbiées riveraines (*Phalaris arundinacea*, *Poa trivialis* = station primaire) - *Carex acutiformis*, *Iris pseudocorus*, *Rubus caesius*, *Urtica dioica*). En cas d'éclaircies et de coupes, une mégaphorbiée extraordinairement luxuriante dominée par le néophyte *Impatiens glandulifera*, qui dépasse 2,5 m de hauteur, s'installe ainsi que des fruticées à *Sambucus nigra* - *Humulus* (MULLER, 1974).

Ces forêts à bois tendre sont en très rapide régression du fait de la canalisation d'une part (le Canal d'Alsace a supprimé récemment la dynamique fluviale rhénane), du fait aussi de l'installation de champs de Peupliers hybrides (*Populus canadensis*) à la place de la forêt, d'autre part.

Elles présentent une mycoflore lignicole très riche et spécifique, ainsi qu'une entomofaune caractéristique (Salicacées et Lépidoptères inféodés).

Les **forêts à bois durs** relèvent du complexe phytosociologique qu'est l'association Quercus-Ulmelum (Ulmelon, Alno-Ulmelon). Dans cette association, c'est-à-dire la forêt de Peupliers blancs, Ormes (*Ulmus minor*, *U. laevis*, *U. scabra*) Frêne et Chêne pédonculé, les ligneux peuvent atteindre des dimensions gigantesques, maximales pour l'espèce considérée (Ex : 36 à 40 m pour les Ormes, le Chêne, le Frêne, les Peupliers, le Saule blanc, 24 m pour *Prunus padus*, 17 m pour *Craegius monogyna* etc.). Le Quercus-Ulmelum atteint au niveau des glaciaires aval des anciens cônes de déjection glaciaires des grands fleuves préalpains son maximum de complexité et richesse spécifique, à cause d'une conjonction particulièrement favorable de facteurs écologiques (CARBIENER, 1970, 1974). Les sîppes ligneuses de filiation paléotempérée autres que les

Fagacées (Ulmacées, Oléacées...) y jouent un rôle important au détriment d'espèces ligneuses jeunes et redoutablement compétitives d'origine pléistocène (*Fagus*, *Carpinus*, *Picea*, Érables à larges feuilles...) (CARBIENER, 1978 b).

Le Quercus-Ulmelum, très proche du *Populetum albae* méditerranéen, est en effet une phytocénose intrazonale thermohygrophile qui contraste fortement avec les forêts zonales climatiques (du Carpinion) par sa richesse en espèces ligneuses (plus de 40 à 50), la luxuriance et la vitalité des hanes (*Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Vitis sylvestris* - exterminé dans la dition - *Humulus lupulus*, *Tamus communis*), la complexité structurale (étalement à huit strates, mosaïques de stades sylvigénétiques imbriqués). Il a été montré que cette structure, qui rappelle celle des forêts tempérées chaudes du quaternaire ancien d'Europe, ou actuelles d'Amérique, du Japon, relève d'une forêt dense (indice de couronnes 3) en *faune claire* (arbres dominants constitués d'essences de lumière peu ombrageantes, l'opposition thermomorphologique dense-clair n'est qu'apparente : CARBIENER, 1969 ; J.M. WALTER, 1974, 1976, 1979, 1981 ; R. WINKEL, 1983). Les peuplements faunistiques sont typiques d'une forêt dense (KEMPF, 1980) rappelant les forêts quasi primaires. Aussi ces forêts rhénanes constituent-elles les phytocénoses forestières de loin les plus intéressantes parmi les forêts humides de la plaine du Ried, conjuguant une grande valeur esthétique, culturelle et scientifique. Du fait de l'imbrication constante avec les milieux aquatiques du Rhin, des Giessen (qui sont des bras du Rhin aux eaux vives) et les contacts avec les effets de lisière du Ried Blond externe adjacent, leur *richesse faunistique* est considérable notamment du point de vue ornithologique et entomologique. La richesse en oiseaux cavernicoles (espèces typiques : les Pics cendré, *Picus canus*, mar, *Dendrocopos medius* et épeichette *D. minor*) est à souligner. La région rhénane alsatibo-badoise a acquis aussi, du fait des vastes plans d'eau créés par le Canal d'Alsace, le statut d'un lieu d'hivernage principal d'avifaune aquatique (135.000 hivernants recensés, C. KEMPF, 1980). C'est le plus important de France après la Camargue. On note aussi l'apparition de nombre d'espèces hivernantes nouvelles pour la région (Ex : Grand Cormoran).

Parmi les Amphibiens (13 espèces !), il convient de souligner l'abondance de la Rainette (*Hyla arborea*), de la Grenouille agile (*Rana dalmatina*), la présence du Pélobate brun (*Pelobates fuscus*) (BAUMGART, 1982).

De même, la flore de champignons supérieurs, qui commence seulement à être inventoriée est exceptionnellement riche. Elle comporte de très nombreuses espèces spécialisées pour le milieu alluvial, dont nombre de lignicoles thermohygrophiles (CARBIENER, OURISSON et BERNARD, 1976 ; 1981), mais peu d'espèces mycorrhiziques ce qui est typique des forêts alluviales thermohygrophiles.

4.1.3. Les forêts rhénanes d'entre deux digues et leurs types de cours d'eau

Avant la construction récente, du Grand Canal d'Alsace, les crues estivales du Rhin mettaient fortement en charge la nappe phréatique, dont le niveau remontait de 1 m à 1,5 m et plus à l'extérieur de la digue interne, inondant la forêt. Un deuxième système de digues fut ainsi rendu (en général) nécessaire pour protéger les villages contre cette invasion d'eau phréatiques inondantes. Cette deuxième digue court en moyenne à environ 0,5 km à 2 km à l'Ouest de la principale.

Les cours d'eaux des forêts rhénanes externes à la digue fluviale principale étaient donc lors des crues du Rhin eux aussi gonflés par l'onde de crue de la nappe et débordaient à leur tour. Mais ils inondaient marais et forêts par des eaux limpides, mésotrophes, peu dynamiques, non alluvionnantes. En effet, deux types de cours d'eaux caractérisaient cette zone, tous deux procédant d'anciennes anastomoses du Rhin modifiées par les endiguements. Le premier type est celui du « Gies-sen externe », anastomose restant reliée au Rhin à l'amont, mais à débit régulé par des vannes au passage des digues, vannes fermées lors des crues inondantes du Rhin. Ces Gies-sen externes sont souvent désignés de « Muhlbach » (rivières des moulins) car ils actionnaient des moulins près des villages établis sur la levée rhénane holocène récente (voire par. 4.2.), lorsqu'ils franchissent, cas fréquent, aussi la deuxième digue, externe.

Les « Brunnwasser » ou « Brunnenwasser » par contre sont des bras du Rhin (voire anciens thalwegs principaux du fleuve) confinés entre les deux digues et dont la communication amont avec le fleuve fut coupée définitivement par la digue interne. Ce sont de ce fait des « rivières phréatiques » (voir

par. 5) d'une permanente limpidité. La plus remarquable est le Brunnenwasser de Rhinau-Daubensand qui résulta de la réadaptation hydrologique d'un ancien thalweg du Rhin isolé en 1880 par l'endiguement et transformé en rivière phréatique de beaucoup plus faible débit. Il débitait avant le Canal d'Alsace deux à vingt m³/sec d'eaux purissimes et constituait la plus belle rivière à Ombre commun (*Thymallus thymallus*) et Truite (*Salmo trutta*), ainsi que, dans sa partie aval, frayère à Saumons (*Salmo salar*) du Rhin alsacien moyen (CARBIENER, 1967).

Depuis le Canal d'Alsace, son débit très amoindri et régulé n'oscille plus qu'entre 1,5 et 3 m³/sec en aval, et une eutrophisation grave par le déversoir de la station d'épuration de la commune de Rhinau a provoqué un effondrement de la population salmonicole. Par contre la faune ornithologique ainsi que la flore restent très riches du fait de l'environnement très diversifié de bas marais calcaires, de grandes roselières (réadaptation du profil !), environnement donc riche en zones de quiétude, de nidification, en écotones et écoclins. Les paysages des marais de Daubensand (site inscrit), sont par endroits encore remarquablement « sauvages ». Les eaux phréatiques sténothermes, donc « tièdes » (6°-11°) en hiver ont aussi de l'importance en tant que refuges et zones de nourrissage d'oiseaux d'eau pendant les grandes vagues de froid qui figent sous les glaces le reste du réseau aquatique d'Alsace. Parmi les groupements végétaux les plus caractéristiques de ce type de marais citons : végétation aquatique à *Sparganium minimum*; à *Utricularia vulgaris*; *Nymphaeetum* (eaux humo-calcaires à faible amplitude de battement); fragments de *Juncetum alpini*; « roselières » relevant du *Caricetum elatae* et surtout de l'*Oenanthe-lachenali-Molinietum* (CARBIENER, 1978); fruticées de *Salix-nigricantis* (un Saule boréo-alpin) - *Viburnetum opuli* formant manteau forestier au contact forêt/marais avec ourlets comprenant des peuplements de Graminées (*Roseaux*, *Calamagrostis epigeios*, Molinie) et des stations primaires de *Cirsium arvense*. Le Chardon des champs s'y trouve sous forme d'un écotone alluvial ancestral peu épineux, typique des grandes vallées fluviales et est accompagné parfois par son parasite spécifique *Orobancha reticulata* ssp. *pallidiflora*. C'est dans cette zone de contact broussailles - marais que niche de préférence le minuscule, très gracieux et rare Rat des moissons (*Microtus minutus*) qui en constitue un élément faunistique très typique. Tous ces groupements sont spécifiques du secteur et inconnus à l'intérieur des digues. Mais il faut noter que l'édification du Canal d'Alsace a récemment transformé en rivières phréatiques une série de Gies-sen internes à la digue principale (CARBIENER, 1982).

De profondes différenciations écologiques ont ainsi été provoquées par l'endiguement du 19^e siècle. Elles expliquent la spécificité de la région des forêts rhénanes d'entre deux digues. L'atténuation des amplitudes de battement des niveaux d'eaux, et surtout, la suppression des alluvionnements (fertilisants) ont des effets importants. En milieu forestier notamment, les levées et terrasses définitivement « hors-eaux », voient affleurer les dépôts alluviaux grossiers (sables et graviers) du Rhin sauvage formant un héritage fossile.

Ces substrats tendent à évoluer sous l'effet d'une pédogénèse naissante vers des pararendzines superficiellement humifères (à humates calcaires d'insolubilisation). La mycoflore mycorhizique s'y enrichit considérablement par rapport aux forêts alluviales fonctionnelles qui sont quasi-à-mycorhiziques (CARBIENER, 1982).

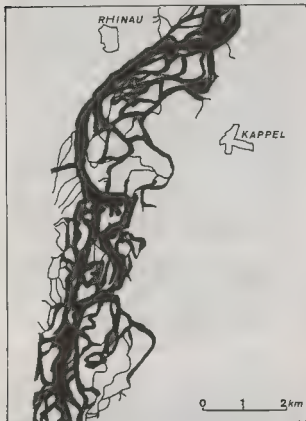


Fig. 6. — Le Rhin près de Rhinau en 1828 (redessiné d'après W KRAUSE 1974). Modélisé caractéristique du secteur longitudinal des diffuences

Aussi les forêts rhénanes externes aux digues sont-elles nettement moins eutrophes, moins vigoureuses que les forêts internes. Mais elles ont conservé jusqu'à nos jours, plus d'un siècle après l'endigement, des caractéristiques «rhénanes» originales caractérisées dues aux substrats carbonatés calcaires baignés par une nappe phréatique à crue estivale. La phytosociologie des forêts rhénanes externes aux digues révèle un caractère transitionnel entre l'Ulménion (Querco-Ulmetum) et le Carpinion (races calciphiles). Un élément rhénan typique subsiste (Ulménion) avec *Populus alba*, *P. x. canescens*, *Ulmus minor*, *Ulmus laevis*, *Alnus incana*, *Juglans regia*, *Malus sylvestris*, *Cornus mas*, *Daphne mezereum*, l'abondance de *Clematis vitalba* et *Hedera helix* arborescent, *Tamus communis* mais se trouve introgressé par des ligneux relevant du Carpinion, ligneux qui sauf exceptions, manquent à l'intérieur des digues, à savoir : *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, plus rarement *Prunus avium*, *Tilia platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus*.

Les manteaux arbustifs de ce type de forêt hébergent nombre de Muscardins (*Muscardinus avellanarius*)

Toutes les forêts rhénanes externes aux digues relèvent du type «à bois dur» c'est-à-dire du Querco-Ulmetum (évoluant vers le Carpinion). En effet, les forêts de Saules blancs et Peupliers noirs relevant du Salicion albae ont été éliminées, tributaires qu'elles sont d'une dynamique fluviale active. Citons en tant qu'entité phytosociologique très caractéristique des forêts rhénanes externes le Querco-Ulmetum caricetico-albae (dite encore association à *Carex alba* et *Tilia cordata*). En effet le Muguet (*Convallaria majalis*) et *Carex alba* y forment de denses peuplements avec *Euphorbia amygdaloides* et nombre d'autres différentielles qu'on ne retrouve ni dans les Chênaies-Charmaies du Ried ni dans les forêts rhénanes inondables.

Les auteurs allemands tendent à rattacher cette entité aux Chênaies-Charmaies («Chênaie-Charmaie à Muguet» de et TRAUTMANN, 1974). L'originalité et la spécificité de la forêt alluviale endiguée risquent d'être masquées par ces désignations banalisantes.

4.1.4. Le Ried Blond rhénan externe aux digues.

A l'Ouest des digues les plus externes, le battement de la nappe est encore plus régularisé, et se maintient en général en dessous d'une amplitude d'environ 1 m, tout en gardant le régime nival rhénan : remontée estivale, abaissement hivernal. Mais la végétation forestière continue à être fortement influencée par cette nappe qui reste en général (sauf levées et terrasses les plus hautes) accessible aux racines des arbres, tout en cessant d'être inondante à l'exception de quelques dépressions et chenaux.

Les forêts rhénanes externes aux digues, évolueront elles aussi après la rectification par oligotrophisation, assèchement relatif et pédogénèse (formation de parandzines ou sols bruns calcaires selon la texture) à partir de l'héritage fossilisé des alluvions carbonatées du Rhin sauvage

Elles se rapprocheront, en un siècle, plus nettement encore que dans le cas des forêts d'entre deux digues, des forêts zonales du Carpinion sur les terrasses ou encore de celles de l'Ainenion glutinosa-incanae dans les chenaux. Quelques ressemblances apparaissent ainsi avec les forêts de type Ried de l'III de la dépression marginale holocène majeure (Ex : affirmation du rôle du Charme sur les terrasses, de l'Aulne glut-

neux dans les dépressions).

Localement le Ried Blond externe comporte une dépression marginale décennale héritée du Rhin sauvage, avec dépôts de décantation argilo-limoneux (rieds de l'Ichert et de la Lachter rivières phéatiques externes de régime rhénan, coulant entre Markolsheim et Rhinau). On y observe des «sols bruns calcaires» sur les levées, ou des sols jeunes de bas marais calcique (Anmoor à gley avec horizon humifère peu épais) dans les chenaux. Dans ce dernier cas l'Iridetum sibiricae et des Moliniaies (Molinion), des Carcaies (Magno-Caricion), plus rarement Parvo-Caricaies (Caricion davallianae) se rencontrent (rencontraient). C'est le «Ried rhénan Blond et Noir» (TRENDL et CARBIENER, 1979)

Une bonne partie du Ried Blond rhénan externe aux digues ne fût défrichée et mise en culture que postérieurement à la rectification. On y observe un paysage typiquement «riedien» par son aspect bocager, c'est-à-dire l'alternance de labours, prairies, haies, bosquets, forêts et chenaux marécageux. Mais les unités stationnelles sont de plus petites dimensions que dans le Ried central du fait de la vigueur de la dynamique fluviale sauvage du Rhin : les photos aériennes révèlent bien l'héritage de la géomorphologie fluviale du Rhin sauvage. De même la pression humaine est plus forte que dans le Ried central du fait de la proximité des villages alignés sur la levée du Ried Brun rhénan (voir plus loin, par. 4.2.).

Aussi les prairies y sont-elles en voie de disparition plus rapide encore que dans le Ried. Avec elles disparaissent la race alluviale rhénane de l'Onobrychido-Brometum (Mesobrometum s.l.)^{*} et de l'Iridetum sibiricae (Molinion) dont c'était l'épicentre écologique (CARBIENER, 1978), l'Oenantho-Molinietum (Molinion) ainsi que le Caricetum davallianae, de même qu'une riche faune entomologique inféodée à ces phytocénoses du fait de leur situation en lisière et de leur haute diversité spécifique.

L'édification du Canal d'Alsace a stabilisé la nappe phréatique à des niveaux variables en fonction de la situation en amont ou aval des usines hydroélectriques. Le niveau haut (courbe B du schéma Ried Blond de la figure 4) correspond à peu près au niveau moyen ancien. Le niveau bas (courbe B') correspond à un abaissement asséchant. De plus l'amortissement considérable du battement (amplitude abaissée à 40 cm environ) inhibe les alternances d'aération et d'irrigation des sols. L'ensemble des groupements végétaux est ainsi soumis à une rupture d'équilibre, rupture qui a favorisé les destructions liées à l'industrialisation de l'agriculture.

4.2. Le Ried Brun rhénan de la levée holocène récente (historique) du Rhin.

Le Ried Blond est limité à l'Ouest par une terrasse de limons et sables fins d'environ 1 à 2 m d'altitude relative. Cette

* Cette association, très riche en espèces — au moins 140 — se retrouve sur les enclaves des dorsales de graviers du Ried Central (voir § 4.3.2.2.). Le long du Rhin, les espèces les plus remarquables ou marquantes furent par exemple les espèces déalpines *Buphtalmum salicifolium*, *Phytolacca orbiculata*, *Onobrychis sativa*, originaires du Sclerion subalpin, les espèces de sieppes continentales (*estruca naltessica*) telles *Euphorbia segueriana*, *Thesium linophyllum* et surtout *Thalictrum simplex* ssp. *galloides* exclusive du Ried Blond externe et en voie d'extinction, de nombreuses Orchidées dont la précoce *Ophrys apheodes*, espèce typiquement «rhénane» en Alsace, *O. fuciflora*, *Anacamptis pyramidalis* et des Gentianes avec *G. elata*, *G. cruciata*, etc

terrasse s'observe à partir de Marckolsheim, mais est très morcelée par de larges chenaux jusqu'à Rhinau. A partir de Rhinau et jusqu'aux portes de Strasbourg (Eschau) elle s'individualise en une unité longitudinale quasi ininterrompue (sauf au Nord-Est d'Erstein où se situait un ancien confluent Ill-Rhin large de plusieurs kilomètres et parallèle au Rhin (rebord interne à environ 2-3 km du Thalweg).

Il s'agit d'une terrasse rhénane dont l'édification est bien documentée par des travaux archéologiques (in HIRTH, 1972). Elle s'est constituée lors d'une récurrence «pluviale» post-romaine au 2^e et 3^e siècle après J.C. donc lors de crues de violence «millénaire». Cette terrasse fut par la suite faiblement retouchée par les crues séculaires car elle est restée submersible jusqu'au 19^e siècle.

Ces terrasses sont occupées par l'homme depuis le haut Moyen Âge au moins, et portent les villages (alignés en chapelet parallèlement au Rhin le long de la «route du Rhin» actuelle). Elles sont quasi totalement cultivées (labours) avec une structure «d'open-field», mais leur environnement général a permis l'installation d'une forte population nicheuse de vanneaux.

Mais les marges de la levée-terrasse sont souvent floues, ou irrégulières, de larges dépressions correspondant aux influences «séculaires» l'interrompent, ce qui permet à cette unité naturelle de garder un caractère paysager (et socio-économique «riedien»), relativement diversifié et nettement différencié par rapport à la terrasse würmienne loessique d'Erstein. Cette dernière apparaît par contraste, comme un désert agricole totalement nu. Les chenaux des rivières Ischert et Lachter par exemple se surimposent en partie surtout pour la Lachter dans cette terrasse rhénane, donnant une dépression humide aux sols limono-argileux. De même, des bancs de graviers et galets interrompent les applanissements limoneux surtout en marge des chenaux précités ou sur le rebord interne (oriental, rhénan) de la terrasse. Ainsi le *Ried Brun rhénan* se subdivise-t-il en trois sous-unités : la terrasse limoneuse, les chenaux limono-argileux, les épaulements de graviers des «Hardt rhénanes».

4.2.1. La terrasse

Elle est quasi entièrement occupée par des polycultures en open-field. Mais comme sa largeur moyenne oscille entre 1,5 et 2,5 km seulement, les dépressions «mediennes» des deux bordures (rhénane blonde interne et du Ried Central Noir externe), ainsi que les chenaux surimposés, avec leur haies, cours d'eaux et forêts, animent le paysage.

Les sols de la levée sont des sols calcarifères faiblement décalcifiés par rapport au sédiment d'origine. Selon la richesse en sables fins les profils pédologiques correspondent soit à des pararendzines (terres à tendance «battante») ou des sols bruns calcaires. Cette terrasse sépare bien le Ried rhénan du Ried Central.

4.2.2. Les chenaux

Larges de 100 à 200 m dans les secteurs surimposés à la levée, ils s'épanouissent en dépressions marginales larges de un à plusieurs kilomètres de part et d'autre de la levée. Des rivières phréatiques résiduelles (Ischert, Lachter) parcourent des chenaux qui correspondent on l'a vu, à d'anciennes dif-

fluences «séculaires» du Rhin. Le paysage y est typiquement semi-riedien. On y note des forêts de transition où s'imbriquent, comme dans le Ried blond externe, des éléments rhénans (Ulmenion) avec des éléments ellans (forêts de l'Ill, c'est-à-dire de la dépression marginale majeure : Carpinion alluvial et Almenion glutinoso-incanae). Mais on note l'enrichissement du substrat en argile, par rapport au Ried Blond.

Aussi y constate-t-on l'apparition timide de différentes «ellanes» (Carpinion) qui manquent plus à l'Est (par ex. : *Ranunculus auricomus*, *Viola odorata*, *Geum urbanum*, *Rosa arvensis*, ...). Les prairies de ces chenaux sont des prairies fumées relevant de l'Arrhénatherion ou du Calthion. Sur la terrasse de même, quelques petits massifs forestiers présentent aussi ces caractéristiques. Les sols sont des sols bruns calcaires à gley ou pseudogley.

4.2.3. Les Hardt rhénanes jeunes en position de listère (en opposition avec les Hardt würmiennes).

Ce sont des bancs de graviers holocènes récents (post-romains). Les sols carbonatés, squelettiques (20-40 cm) très filtrants, sont des rendzines grises sableuses à horizons humifères noircis par des précipités d'humates calcaires. Cette entité naturelle typique de la région proche du fleuve rappelle les «Heissländ» (terres chaudes et sèches) décrites par les auteurs autrichiens (ex. : MARGL 1973) de la vallée du Danube en aval de Vienne.

En Alsace, cette entité, localisée le long du secteur fluvial Bâle - Strasbourg, portait jusque vers 1950 de remarquables complexes xérothermiques de pelouses et broussailles, complexes côtoyant des dépressions humides, donc en situation de listère.

Les bancs de graviers des «Köpfe» formant les Hardt rhénanes jeunes se répartissent en effet principalement le long du rebord rhénan (oriental, interne) de la levée-Terrasse du Ried Brun. On en rencontre également des exemples en amont du secteur du Grand Ried. Ainsi dans la région alluviale rhénane subactuelle située au pied de la haute terrasse du cône de déjection würmien (Hardt haut-rhénane) un témoin remarquable subsiste aux portes de Bâle dans l'entité dite «Petite Camargue haut-rhénane» qui vient d'être classée réserve naturelle.

Les pelouses xérothermiques caractéristiques de cette unité naturelle ont été presque totalement détruites depuis 1950 par des monocultures de maïs ou des lotissements. C'étaient des «garides» sur rendzines grises formant un mince recouvrement de la couche filtrante de galets grossiers (sols de type A-C), garides correspondant à une race continentale - alluviale du Xerobrometum. En effet, on y rencontrait des éléments steppiques du Festucion vallesiaceae et des espèces déalpines. Ces pelouses constituaient l'équivalent «préalpin» des célèbres pelouses steppiques continentales établies dans la région de Mayence sur les sables dunaires fluvio-foliens würmiens, dunes typiques de la région aval du secteur géomorphologique des méandres du Rhin, pelouses depuis longtemps sévèrement protégées.

Il s'agit d'ensembles végétaux de haute originalité. Ainsi, parmi les espèces discriminantes de l'entité phytosociologique citons des déalpines-continetales et continentales *Astragalus danicus* (unique station de plaine en France), *Teucrium montanum*, *Veronica spicata*, *V. prostrata* tetraploïde (ssp. Schereri),

Potentilla arenaria, *Viola rupestris*, *Pulsatilla vulgaris* (élément marquant, stations uniques pour la plaine d'Alsace) qui voisinent avec des submediterranéennes telles *Scilla autumnalis*, *Ophrys apifera*, *Teucrium botrys*, *Allium schoeroccephalum*.

Dans le secteur du Grand Ried il n'en reste que de rares fragments floristiquement appauvris. Ainsi une population d'Anémone pulsatille, sur un banc de gravier âgé de quelques siècles du Chenal de l'Ischert (près de Richtolsheim) signale la survivance sur quelques ares d'un Xerobrometum rhénan. On y note aussi quelques pieds d'*Astragalus danicus*. Avec la minuscule pelouse «Heid» de Huningue-Rosenau («Petite Camargue») c'est un des derniers fragments de cette association qui couvrait encore en 1950 des dizaines d'hectares entre Bâle et Strasbourg.

4.3. Le Ried Noir Central.

4.3.1. Caractéristiques écologiques générales liées à son origine géomorphologique et son hydrologie.

A l'Ouest de la levée holocène rhénane jeune s'étend la vaste dépression marginale majeure du Rhin, façonnée dès le début du post-glaciaire, et appelée Ried ello-rhénan par ISS-LER (1932). Le subsassement est en effet rhénan. De même le façonnement en dépression marginale et son isolement proviennent du bombement topographique de l'axe rhénan par l'accumulation des alluvions du fleuve. Mais l'III (ello-) emprunte la dépression. Cette rivière l'inonde anciennement conjointement avec le Rhin et continue à l'inonder partiellement. On a vu que ce Ried ello-rhénan se subdivise en deux grandes sous-unités, le Ried Noir occupant une vaste dépression axiale et le Ried Gris qui correspond au champ d'inondation («lit majeur») actuel ou sub-actuel de l'III.

L'existence du Ried Noir s'explique par la mise en place, à partir de l'holocène moyen (époque atlantique, vers 5000 B.P.) d'un système de levées rhénanes (antérieures à la levée post-romaine et actuellement disparues par remaniement ou fossilisées) et de levées de l'III (beaucoup moins vigoureuses sur le plan topographique). Ces levées isolèrent le compartiment central du Ried Noir en le protégeant, à partir de la fin de la période dite «atlantique» (qui correspond à l'apogée du néolithique et au début de la période dite «xéothermique», HIRTH, 1972) des incursions régulières par des eaux de crues rhénanes ou ellanes. Il en résulte que ce compartiment cessa d'être alluvionné et évolua vers un modèle de dépression topographique la plus accusée de la plaine rhénane.

L'exhaussement du cours de l'III et surtout du Rhin dans leurs levées provoqua une remontée du niveau de la nappe phréatique accentuant le caractère marécageux de la dépression. Cette dernière fut ainsi régulièrement inondée par des remontées de la nappe phréatique donc par des eaux très oligotrophes (teneur en phosphore des orthophosphates inférieure à 10 p.p.b.), mais carbonatées calcaires (Tableau 1). Le régime de la nappe, très régularisé dans ce compartiment central est cependant influencé de l'hydrologie océanique («vosgienne») de l'III. Les inondations de nappe concernaient donc le semestre hivernal, mais «trainaient» jusqu'en juin du fait de l'amortissement considérable dû à l'éloignement par rapport à l'III.

La pédogenèse, plurimillénaire, aboutit dans le Ried Noir à

TABLEAU 1

Composition des eaux de la «Belle source»
qui alimente le Trullygraben entre Boofzheim et Herbstheim
(nombreuses analyses sur plusieurs années)

Température :	10°5 à 11
Oxygène dissous :	4-4,5 p.p.m. (35 %-40 % sat.)
P :	1-8 p.p.b., parfois jusqu'à 20.
N ammoniacal :	0-20 p.p.b., parfois jusqu'à 30.
N nitrique :	2-5 p.p.m.
Durété :	20-27° F. (= 11-15 D.H.)
Ca :	90 à 110 p.p.m.
Mg :	15-20 p.p.m.
Cl :	40 p.p.m. (1970), 70 p.p.m. (1980) en
hausse lente et régulière (pollution saline par les mines de potasse du Haut-Rhin)	

la formation de sols de bas marais calciques, c'est-à-dire d'anmoor calcique à gley. Le profil typique comporte un horizon de surface noir d'anmoor (teneurs en matière organique 20 à 30 %), voire de tourbe calcique (teneurs en matière organique supérieure à 30 %) épais de 30 à 50 cm et plus. Cet horizon, subissant des alternances périodiques d'anaérobiose et d'aérobiose (été-automne) repose sur un gley argileux dont l'épaisseur varie beaucoup (peut dépasser 1 m) noyé dans la nappe phréatique, et enfin le substrat acquifère de graviers wurmiens rhénans. Le sol hydromorphe lui-même s'est constitué à partir de sédiments fins de type «Auehlm» (limons argileux de décatation) déposés par les diffusions holocènes anciennes du Rhin et de l'III. L'ensemble est décarbonaté, et l'horizon de surface peut périodiquement s'acidifier légèrement par lessivage.

Par la suite nombre de ces diffusions, obstruées par l'amont, cessèrent de fonctionner et se comblèrent (chenaux comportant actuellement 2 m de tourbe calcique). Des «rivières phréatiques» (voir par. 5) drainant la nappe, naquirent sur une partie de ce réseau fossile.

Sur le plan écologique le Ried Noir est donc marqué par :

- l'oligotrophie (carence marquée en phosphore, carence en azote par dénitrification anaérobie).
- la neutrophilie : les sols sont saturés de bases (remontée de la nappe phréatique bicarbonatée calci-magnésienne), mais non carbonatés. Les drainages récents déclenchent même une tendance à l'acidification accentuée par la richesse en colloïdes humiques.
- l'hydromorphie, conditionnant la grande richesse du sol en humus évolué de type Anmoor, humus manifestant toutes une mauvaise liaison avec l'argile (complexes argilo-humiques peu stables)

Le Ried Noir participe également à la complexité générale des milieux alluviaux. Malgré sa topographie particulièrement aplatie, on y observe des alternances de chenaux et dépressions avec des levées, des bancs de graviers ou des terrasses, ce qui induit de grandes variations d'hydromorphie du milieu. De plus la partie méridionale du Ried Noir (région Colmar-Sélestat) est différente de la partie septentrionale (région Muttersholz-Erstein). Examinons donc ces sous-unités et situons leur écologie

4.3.2. Les sous-unités du Ried Noir.

4.3.2.1. Le Ried Noir ello-rhénan Sud ou Ried de la Blind.

Il forme une cuvette très homogène s'allongeant sur 17 km entre Riedwih-Jebbsheim (au NE de Colmar) et Muttersholz (au NE de Sélestat), cuvette large de 2 à 3 km dans la moitié Sud, puis progressivement amincissant vers Muttersholz à 0,5 km de large. Une rivière phréatique principale, la Blind (qui a perdu ce caractère par suite d'un soutien artificiel de débit) parcourt cette unité écologique dans sa moitié Sud, d'où le nom de « Ried de la Blind » donné à cette entité (CARBIENER, 1969). Dans la moitié Nord, ce sont des petites rivières phréatiques, Bruchgraben et Langertsgraben qui prennent le relais, la Blind ayant été canalisée vers l'aval où elle longe la bordure occidentale de la cuvette.

Le Ried Noir de la Blind est très homogène parce-qu'il s'agit d'une vaste cuvette de décantation « deltaïque » de l'holocène ancien, applanie et sans relief. En effet, à l'holocène ancien, cette cuvette était déjà bien individualisée. Elle était barrée à l'aval (à hauteur de Sélestat) par le glacis du cône de déjection du Giessen et bordée à l'amont par celui de la Fecht (Colmar), deux torrents vosgiens. A l'Ouest c'est le piémont vosgien, à l'est une terrasse rhénane wurmienne remaniée qui limitait ce compartiment déprimé (et subsident !). Cette terrasse wurmienne prolonge la Hardt haut rhinoise. Mais elle fut remaniée à ce niveau au début de l'holocène, puis plonge progressivement sous les dépôts holocènes plus jeunes entre Marckolsheim et Sélestat. Elle forme une langue, allongée du Sud au Nord, appelée Hardt grise* du fait des sols, carbonatés, de pararendzines sablo-limoneuses plus ou moins bruniées. La Hardt grise est entièrement cultivée en open-field et porte de nombreux villages. D'où la situation en hivière, particulièrement marquée, du Ried de la Blind.

La subsidence quaternaire prouvée (in HIRTH, 1972) de la cuvette du Ried de la Blind, a accentué son caractère deltaïque, puis marécageux. Aussi est-il presque totalement inhabité. Les villages sont tous alignés sur la bordure orientale, sur le rebord de la terrasse de la Hardt grise. Jusque vers 1960 l'ensemble de cette unité naturelle était entièrement exploité en prairie de fauche extensive, donnant un paysage extraordinaire de grand espace ouvert. Sur 17 km l'on pouvait parcourir des prairies du Molinon, à savoir le *Cirsio-tuberosi*-Molinietum avec *Allium suaveolens* (la seule station française de cette espèce préalpine continentale), *Gentiana germanica* ; des bas marais de l'Orchido-Schoenetum (à *Orchis palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Gentiana utriculosa* (seule station française en dehors des rares localités subalpines des Alpes !), *Schoenus nigricans*, *Carex davalliana*, *Carex buxbaumi*, *Eriophorum latifolium*...), (Caricion davallianae) entrecoupés de fossés à rose-lières relevant de l'Iridetum sibiricae (transition Molinon-Magnocaricion), avec *Iris sibirica*, *Cladium mariscus*, *Carex filiformis* (= *C. lasiocarpa*). Les seules émergences étaient formées par des groupes de tumuli sépultures d'âge Hallstatt (vers -3000 B.P., limite bronze-fer), tumuli qui portaient un Mesobrometum (comprenant aussi *Gentiana utriculosa* dans ses transitions vers le Molinon) à *Buphtalmum salicifolium* et *Peucedanum officinale*. Il est certain qu'une partie de cette entité n'a jamais été boisée et a évolué à partir d'un statut primitif de marais « préalpin » de Caricion davallianae

Actuellement, tout cet ensemble, drastiquement drainé vers 1965 par approfondissement du « Scheidgraben », un canal de

drainage situé à l'Ouest de la Blind n'est plus qu'une monoculture de maïs de quasi un seul tenant. Les rares parcelles relictuelles de prairies louées par l'AFRPN sont très menacées. Il s'agit d'une perte de patrimoine paysager, culturel et scientifique dramatique pour la région. Les raretés floristiques et phytosociologiques étaient concentrées en un carrefour biogéographique remarquable comportant des déalpinses (*Gentiana utriculosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Eriophorum latifolium*, *Carex lasiocarpa*, *Phytolacca orbiculata*, *Buphtalmum salicifolium*...) des espèces préalpines-continetales comme *Allium suaveolens*, *Carex buxbaumi* et continentales comme *Viola elatior*, *V. pumila*, *Allium angulosum*, *Iris sibirica*, des espèces subméditerranéo-atlantiques (*Cladium mariscus*, *Orchis palustris*, *Liparis loeselii*, *Spiranthes aestivalis*, *Senecio helenites* (*spathulifolius*), *Teucrium scordium*).

Les populations isolées des espèces en question n'ont plus pu être étudiées quant à leur évolution génécologique par rapport à leurs « berceaux » biogéographiques d'origine, avant leur extermination qui eut lieu ces dernières années pour beaucoup d'entre-elles.

4.3.2.2. Le Ried Noir ello-rhénan Nord ou Ried de la Zembs.

A la latitude de Sélestat, dans un quadrilatère délimité par les villages de Muttersholz, Sundhouse, Diebolsheim-Witternheim-Kogenheim, se situe une zone charnière due à la concordance parlée à ce niveau des profils glaciaires et post-glaciaires du Rhin (cf. schéma). Aussi la topographie y est-elle très applanie-uniforme entre Rhin et Ill. La terrasse wurmienne est « effacée », fossilisée sous les alluvions holocènes. Les terrasses holocènes rhénanes jeunes sont d'altitude relative particulièrement faible (1 m) et très morcelées. La nappe phréatique est partout peu profonde (1 m environ). L'hydromorphie marque toute la région de ce « complexe géomorphologique » des Ried (BOUDOT et HOFF, 1978), la moindre variation topographique ayant une importance écologique très grande. Le paysage est calqué sur un quadrillage losangique de larges chenaux de diffuence entrecroisés amenant vers l'Ill les eaux de crue du Rhin avant la rectification. Ces chenaux, souvent boisés ou prairiaux, alternent avec des terrasses rhénanes jeunes (historiques) surbaissées, partiellement cultivées. Dans toute cette zone, à substrats très jeunes, on note l'absence de cuvettes de Ried Noir et la rareté des villages : cette zone était presque entièrement inondable lors des crues mélangeant les eaux de l'Ill et du Rhin.

Au Nord du quadrilatère précité les levées rhénanes holocènes s'affirment et s'élargissent en vastes terrasses de « Ried Brun » isolant à nouveau des cuvettes topographiques de Ried Noir Central. Celles-ci sont parcourues par la plus importante rivière phréatique du Ried ello-rhénan, la Zembs, rivière qui réalisa anciennement une fonction de l'Ill vers le Rhin, d'où le nom de Ried de la Zembs proposé par cette moitié Nord du grand Ried ello-rhénan. D'autres rivières phréatiques remarquables le caractérisent : citons le Trulgraben, issu de la source semi-artésienne dite « belle source », la Lutter (Figure 2).

Dans cette moitié Nord le profil post-glaciaire du Rhin recommence à s'entailer progressivement dans la terrasse wurmienne qui réapparaît entamée par l'Ill et couverte de loess. Cette terrasse dite d'Erstein forme la bordure occidentale du grand Ried des Kogenheim au Nord de Sélestat. Aussi

* Ainsi appelée par opposition à la terrasse wurmienne intacte rubefiée de Hardt rouge (voir § 2.1 et fig. 2).

* Association fédérative régionale de protection de la nature

la topographie générale du Ried de la Zembs acquiert à nouveau plus de vigueur. Des restes, remaniés au cours de l'holocène, de la terrasse wurmienne y réapparaissent, restes aplanis et repris à des époques et des niveaux variables. La Zembs y est localement surimposée ce qui démontre l'ancienneté de son tracé. D'où l'allure plus tourmentée, interrompue, moins homogène des dépressions et cuvette du Ried Noir, qui tendent à s'organiser localement en chenaux. Entre ces cuvettes, des levées plus modestes que les terrasses remaniées précitées et relevant « du complexe des Ried » s'observent (Figure 5b).

Il convient ainsi, dans le Ried de la Zembs, de distinguer 3 sous-unités : Le Ried Noir, les terrasses wurmiennes remaniées, les terrasses et levées de deuxième grandeur. C'est donc un milieu bien plus complexe que le Ried de la Blind.

4.3.2.1. Le Ried Noir de la Zembs : sa végétation

Les cuvettes du Ried Noir de la Zembs ont évolué en bonne partie comme celles de la Blind, à partir d'un état non boisé primitif de bas marais. D'où la grande étendue qu'y occupent encore récemment les prairies extensives.

Il comportait les mêmes unités phytosociologiques que le Ried Noir de la Blind, mais avec quelques différences floristiques. *L'Orrhido-Schoenetum*, *Iridetum sibiricae* (Molinion) étaient semblables à ceux du Ried de la Blind. Dans le *Cirsio-Molinietum* par contre on rencontrait, comme particularités strictement localisées, des espèces continentales à stations uniques ou quasi-unicues pour la France telles *Cnidium venosum* et *Glaudiolus palustris* (accompagnés par *Iris sibirica*, *Gentiana pneumonanthe*, *G. germanica*, *Lathyrus palustris* etc.).

Le site le plus remarquable est constitué par une cuvette particulièrement déprimée bordée par le Trulrygraben aux confins des communes de Herbsheim, Boofzheim et Obenheim, où subsistent sur 30 ha précieusement les dernières populations relictuelles des précitées, site dont la mise en réserve devrait être acquise depuis longtemps. En plus de son intérêt botanique, faunistique (site de nidification du Courlis...) et paysager exceptionnel ce site est rehaussé par l'existence d'un champ de tumuli d'âge Hallstat, 2500 à 2800 B.P. tumuli qui comportaient avant la généralisation des fumures un Mesobrometum à espèces déalpinées (les mêmes que pour le Ried de la Blind avec en plus *Polygala calcarea*, *Antennaria dioica*...) une des stations de plaine que possédait cette plante acidophile des landes montagnardes vosgiennes. Ces deux plantes naines, possédaient en 1950 encore de nombreuses populations dans les pelouses maigres de la plaine d'Alsace. Elles ont été partout éradiquées par les eutrophisations généralisées, comme bien d'autres du même type biologique.

4.3.2.2. Les levées et terrasses intermédiaires.

Nous ne citerons en exemple que les cas des épaulements de graviers rhénans glaciaires carbonatés perçant la couverture argilo-limoneuse post-glaciaire en formant des convexités au niveau des chenaux et cuvettes du Ried Noir. Les Moliniaies ou Arrhénathéries hygrophiles sont alors interrompues par des prairies « sèches » comportant actuellement encore quelques stations reliques particulièrement riches du Mesobrometum alluvial sur pararendzines grises. Ces prairies présentent en mai-juin des aspects floraux aussi riches et colorés que des prairies alpines, avec entre autres les déalpinées *Buphtalmum salicifolium*, *Phyteuma orbiculare*, *Onobrychis sativa*, avec *Filipendula vulgaris*, *Trifolium monianum*, *Tragopogon orientalis*, *Euphorbia segueriana*, *E. verrucosa*, *Leucanthemum pra-*

cox (écotype diploïde ancestral en voie d'extinction) *Thesium linophyllum*, *Orchis ustulata*, *O. morio*, *Ophrys sphecodes* et *O. fuciflora* etc.

Lorsque des bancs de graviers calcaires de ce type portent des forêts ou bosquets, ces forêts se rapprochent du type « rhénan » et constituent des enclaves « rhénanes » dans le Ried Central (CARBIENER, OURISSON et BERNARD, 1975), par l'abondance de la Clématite, des Ormes, la présence du Peuplier blanc, etc

4.3.3. Les terrasses hautes pluri-remaniées d'origine wurmienne de « Ried Brun-Grise ».

Le Ried Noir de la Zembs est localement dominé par des fragments de terrasses limités par des talus parfois nets. Ces terrasses dont l'altitude relative est d'environ 1 à 1,5 m (jusqu'à 2 m), sont nécessairement antérieures au cycle sédimentaire du Ried Noir (donc antérieures au néolithique). Elles sont caractérisées par l'absence de carbonates ainsi que par la concentration de graviers triés de 2 à 4 cm en surface. Nous les interprétons comme représentant des résidus de la terrasse wurmienne, résidus pluri-remaniés à l'holocène ancien. Des décapages érosifs ont concentré localement les graviers en surface. C'est donc une formation d'origine géomorphologique voisine de celle de la « Hardt Grise de Haute Alsace ». Il s'agit de fragments de Hardt Grise subsistant dans le Ried, mais dont la pédogenèse est fortement influencée par la nappe phréatique. Aussi proposons-nous (TRENDEL et CARBIENER, 1978) de dénommer **Ried Brun-Grise** cette unité écologique dont la géomorphologie complexe reste à préciser. Les terrasses qui portent les villages de Rossfeld et Herbsheim, terrasses dans lesquelles la Zembs s'est surimposée, ainsi que la terrasse de Hilsenheim au Sud des Têtes de la Zembs en constituent de bons exemples.

L'entité écologique Ried Brun-Grise est partagée entre les cultures et les forêts. Les parties riches en matrice fine de la terrasse sont en culture, les parties les plus surélevées et riches en graviers laissées à la forêt.

Les forêts correspondantes sont des **Chênaies-Charmaies**, à géophytes souvent (*Allium ursinum*, *Scilla bifolia*) assez voisines des Chênaies-Charmaies alluviales du Ried Gris (cf 4.4.) Mais du fait de l'évolution plurimillénaire hors eaux d'inondations de ces Chênaies-Charmaies (sauf épisodes exceptionnels), ces forêts dont le statut phytosociologique est en cours d'étude sont nettement moins eutrophes que celles du Ried Gris inondable, sauf « contaminations » en bordure des zones cultivées. Deux faciès principaux et opposés peuvent être distingués : les faciès eutrophes à géophytes prévernaux, un faciès mésotrophe subacidophile sans (ou pauvre en) géophytes.

Le faciès le plus eutrophe et le plus frais, à géophytes et espèces pré-vernales (*Primula elatior*, *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus auricomus*) ne se distingue que peu des Chênaies-Charmaies alluviales vraies du Ried Gris. On note la moindre abondance et vitalité des géophytes donc surtout des différenciations quantitatives (biomasses). Les sols correspondants sont des sols bruns à pseudogley ou gley et humus gris neutre, très évolué (Mull à complexes argilo-humiques gris très évolués). Il est probable que le cycle biogéochimique des cations est fortement soutenu par la nappe carbonatée accessible aux racines des arbres ce qui s'oppose à l'acidification. L'ascension de la frange capillaire facilitée par les textures limono-

argaleuses, favorise ce cycle.

Les faciès mésotrophes comportent des Chénopées-Charmaies pauvres en géophytes et comportant quelques différentes acidophiles discriminantes telles *Luzula pilosa*, *Solidago virgaurea* voire exceptionnellement *Calluna vulgaris* (forêt du «Mailly», Herbsheim). Le plus souvent, l'évolution subacidophile n'est extériorisée que par quelques Muscinées (*Polytrichum formosum*, *Plagiochila asplenoides*) ou surtout de Champignons macromycètes bioindicateurs (*Russula ochroleuca*, *R. nigricans*, *Boletus badius*, *Tricholoma sejunctum*, *Amanita rubescens*, exceptionnellement *A. caesarea* — faciès à *Calluna* du «Mailly» — *Hydnum repandum*... etc, CARBIENER, 1979).

Au niveau de ce type stationnel les sols sont beaucoup plus filtrants (dépôts de graviers), ou plus surélevés. La nappe y est donc peu accessible et peu active sur les cycles minéraux. D'où des sols faiblement acidifiés (pH 6) à tendance «lessivée» et complexes argilo-ferro-humique peu stables (couleur beige des horizons de surface). Ce sont les stations les plus acidifiées qu'on puisse trouver dans le Ried ello-rhénan.

La complexité géomorphologique du Ried Noir de la Zems et de ses annexes, la présence d'un réseau dense de rivières phréatiques et de fossés, expliquent que de pair avec le Ried Blond rhénan, il constitue l'entité naturelle la plus riche en écotones et écolines de la zone humide du Grand Ried d'Alsace centrale.

4.3.4. La faune des espaces ouverts du Ried Noir et de ses annexes.

C'est l'avifaune qui est le mieux connue. Nous nous contentons de relever ses traits caractéristiques liés à l'existence de grands espaces prairiaux ouverts, spécifiques de l'entité stationnelle.

Jusque vers 1950, l'avifaune comprenait (d'après C. KEMPF, 1981) les oiseaux nicheurs discriminants ci-dessous, caractéristiques d'espaces ouverts humides (bas-marais) : Barge à queue noire (*Limosa limosa*), Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*), Hibou des marais (*Asio flammeus*) à l'élégante envergure, Busards (B. cendré, *Circus pygargus*, B. Saint-Martin, *C. cyaneus*) Au 19^e siècle l'on pouvait y ajouter le Tétraz lyre (*Lyurus tetrix*), le Chevalier gambette (*Tringa totanus*), le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*...).

A partir de 1950 seul le Courlis cendré (*Numenius arquata*), le Rôle des Genêts, (*Crex crex*) et le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) restent comme espèces caractéristiques, le Vanneau étant le moins discriminant et le rôle en voie d'extinction.

C'est donc le Courlis cendré qui est actuellement l'oiseau-emblème du Ried Noir Central, de ses marges et homologues (Ried Blond et Noir des chenaux du Ried Blond rhénan). Sa nidification dans le champ d'inondation de l'III (Ried Gris) est inhibée par la fréquence des inondations en début de période de nidification, et l'oiseau semble y être adapté en évitant de s'y établir (KEMPF, 1981).

Malgré l'énorme réduction des surfaces de prairies de fauche du Ried la a amené une diminution notable des populations de Courlis, qui de 200 à 400 couples annuels avant 1950 n'en compte plus qu'un reliquat de 100 à 150 couples actuellement.

Le Vanneau est le bénéficiaire de la conversion en labour et milie dans l'ensemble des espaces ouverts d'entre III et Rhin (plus de 1500 couples en Alsace au total).

4.3.5. Les forêts des cuvettes du Ried Noir.

Nous les citons en dernier car elles ne couvrent que de faibles surfaces, du fait du statut ancien de marécage non boisé de cette unité. Il s'agit en général de bosquets dont l'analyse phytosociologique révèle un statut transitionnel entre l'Aulnaie pure (Alnion) à *Thelypteris palustris* et *Ribes nigrum* et les formes les plus humides de l'Aulnaie à Frênes, vers laquelle elles évoluent du fait des assèchements actuels. L'Aulnaie glutineuse est dominante, la végétation herbacée pauvre en espèces (*Carex acutiformis*, *Filipendula ulmaria*... en faciès).

Dans le Ried de la Zems, l'existence de fossés à eaux humiques mésotrophes comprenant une végétation à *Hottonia palustris* et *Riccia fluitans* au sein de ces Aulnaies mérite mention. Ultra sensible à l'eutrophisation (WIEGLEB, 1978, CARBIENER n.p.) cette plante est en voie d'extinction en plaine d'Alsace.

Sur le plan paysager et faunistique enfin notons le grand rôle joué par les stades préforestiers des prairies abandonnées (assez nombreuses). Il s'agit de fruticées à *Salix cinerea* du Frangulo-Salicetum cineræ (Salicion cineræ, Alnetalia), formant des plages éparées, en groupes compacts prostrés à canopée hémisphérique. Ces fruticées constituent un élément très caractéristique du paysage des espaces ouverts du Ried Noir et par leur situation en lisière, un très important élément de diversification faunistique invertébrée et vertébrée.

4.4. Le Ried Gris du champ d'inondation de l'III.

4.4.1. Lit majeur de l'III et nappe phréatique.

Le champ d'inondation du lit «majeur» de l'III borde le lit mineur de la rivière sans interruption de Colmar à Erstein, sur une largeur de 2 à 4 km, essentiellement sur la rive Est. Cette zone inondable de 10.000 ha joue un rôle considérable dans la recharge et la régulation de la nappe phréatique (MIGAYROU, 1982). Chaque crue importante mène au stockage de plusieurs dizaines de millions de m³ d'eau dans la nappe.

Strasbourg est ainsi préservée des inondations d'une part, et d'autre part le pouvoir autoépuration de la végétation et des sols prairiaux du Ried Gris a jusqu'ici garanti une excellente pureté du filtrat. L'influence du type de couverture végétale (forêt, pré, labour) et du sol sur la qualité des eaux phréatiques est en cours d'étude dans le cadre de l'ASP PIREN «Gestion écologique des ressources en eau-nappe phréatique d'Alsace». Des données importantes concernant les modalités d'échange eaux de surface — nappes avaient déjà été obtenues à l'aide des traceurs hydrologiques «chlorures» (KRAUSE et CARBIENER, 1975), mercure (CARBIENER, 1968). Contrairement aux labours, les prairies permanentes et les forêts autoépurent considérablement l'eau d'infiltration. La qualité des eaux phréatiques du Ried et de l'III a ainsi pu se maintenir jusqu'ici malgré l'intense pollution de la rivière (mais des signes d'altération apparaissent notamment du fait de l'industrialisation de l'agriculture). Le long du Rhin par contre on observe une contamination de la «frange rhénane» de la nappe phréatique par injection directe de micropolluants à travers le sous-bassement de graviers filtrants lors de la mise en charge de la nappe par la crue estivale nivoglacière du fleuve (Hg²⁺, PO⁴⁻, organochlorés ?).

4.4.2. La géomorphologie et les sols du Ried Gris.

La morphologie du champ d'inondation de l'III est profondément différente de celle de la région rhénane. Le relief est très aplani, les talus et chenaux sont en général peu marqués, les levées et dépressions se manifestent par de moindres ondulations. En effet, contrairement au lit majeur du Rhin d'avant la rectification, lit constamment remanié avec destruction du tapis végétal sur de grandes surfaces, les crues de l'III s'étalent en un vaste plan d'eau d'allure lacustre, persistant des jours voire des semaines, dans le semestre hivernal.

La dynamique des eaux de crue est ainsi faiblement accumulative dans l'ensemble. On observe l'édification très lente de levées sablo-limoneuses dépourvues de carbonates et surbaissées ou de bancs de sable sur les marges ou aux diffusions des lits mineurs. L'activité érosive se limite à des retouches (faibles) du lit mineur ou des décapages superficiels de sols forestiers de stations dépourvues de strate herbacée hivernale (accumulation de petits graviers en surface des sols). Mais des interventions humaines intempestives (recalibrage, abattage des galeries riveraines boisées protectrices à Aulne glutineux — KRAUSE et LOHMEYER, 1978 — mises en culture de prairies riveraines) peuvent déclencher des reprises d'érosion dangereuses.

La faible dynamique de l'III due à l'amortissement très bénigne des crues par le champ d'inondation, explique les amites floues entre le Ried Gris et le Ried Noir : il y a souvent transition graduelle.

Les sols du Ried Gris sont à l'opposé de ceux, oligo- à mésotrophes du Ried Noir, dominés par l'eutrophie. Il s'agit de sols alluviaux peu évolués argilo-limono-sableux (environ 25 % de chaque catégorie texturale), neutres mais non carbonatés, à horizons humifères gris, saturés de cations, l'humus (complexes argilo-humiques) étant très évolué à cause des alternances marquées inondations - dessiccations. Ces sols, très eutrophes par suite du turn-over rapide des matières organiques et d'un pouvoir nitrifiant élevé, comportent un semi-gley ou pseudogley reposant sur le gravier aquifère. Dans les dépressions, l'humus est un Hydromull qui sous végétation forestière (Aulnaies à Frênes) est transitionnel vers l'Anmoor lorsqu'il surmonte un gley (la succession sédimentologique influence la pédogenèse).

4.4.3. La végétation du Ried Gris

Contrairement à la région riveraine rhénane non inondable, entièrement forestière (forêt galène rhénane protégée par les hautes eaux d'été contre les tentatives de défrichement), le champ d'inondation de l'III a été partiellement défriché dès le Moyen-Âge pour être converti en prairies. Aussi le paysage du Ried Gris est-il marqué par l'alternance entre de vastes prairies de fauche eutrophes et de forêts souvent elles aussi en grands massifs. Les forêts couvrent en général soit les secteurs rendus peu accessibles par l'existence d'anastomoses nombreuses de l'III, anastomoses délimitant des vastes «îles» forestières, soit des terrasses caillouteuses.

4.4.3.1. Les prairies.

Les prairies du Ried Gris sont profondément différentes de celles du Ried Noir, eutrophisées et irriguées annuellement ou presque et «gratuitement», par les crues hivernales, elles donnent, exploitées en prairies de fauche des rendements fourragers exceptionnels (jusqu'à 7 tonnes de M.S. (ha) presque sans

investissements et avec un bilan économique systémique particulièrement avantageux. La phytosociologie de ces prairies est relativement uniformisée par la faiblesse de contrastes topographiques. Elles sont dominées par deux catégories phytosociologiques voisines : le Dauco-Arrhenatheretum (Arrhenatheron) prairie subthermophile eutrophe à Fromental des stations fraîches, le Senecio — Brometum racemosi (Calthion) prairie eutrophe humide des dépressions. Le niveau de la nappe phréatique, la fréquence des inondations et les fumures sont les facteurs discriminants. Dans les stations les moins eutrophisées (marges, bombements topographiques, sables) des groupes de différentielles du Molinion ou du Bromion font office de bioindicateurs sociologiques témoignant des variations stationnelles trophiques et hydriques (niveau par rapport à la nappe).

Quoique secondaires et en général dépourvues d'espèces remarquables, rares ou menacées (citons toutefois en exemple la présence de *Dianthus superbus* ssp. *superbus* dans les sous-associations transgressives vers le Molinion), les prairies eutrophes en question sont hautement évoluées en tant qu'écosystèmes «saturés» par occupation des niches écologiques spatio-temporelles (BERNARD, 1972), du fait de l'ancienneté de leur évolution. Ce sont des prairies assez riches en espèces (30-40 par relevé, 180 au total).

La succession temporelle des niches se traduit notamment par des aspects floraux souvent hautement caractéristiques des types phytosociologiques. Ainsi, à titre d'exemple signons les stades floraux différentiels du printemps. Courant avril, le Senecio aquatici - Brometum racemosi (Calthion) est coloré en mauve par un faciès à *Cardamine pratensis* (écotype tétraploïde «anthropique», BERNARD, 1974). Au même moment les Arrhenatheraies mésophiles et grasses apparaissent en jaune d'or par la floraison massive du Pissenlit *Taraxacum dens leonis* alors que les levées plus sèches, plus sableuses et mésotrophes (Arrhenatheretum brometosum) sont couvertes par le jaune tendre du *Primula officinalis* (CARBIENER et SCHAAL, 1972).

L'origine biogéographique et l'évolution génécologique des populations des espèces qui composent les prairies de ce type constitue un domaine d'investigation d'un grand intérêt scientifique. La microévolution holocène des espèces collectives à forte plasticité génétique est pleine d'enseignements (certains taxons ont leur origine primaire dans les prairies subalpines primaires des Vosges, par exemple BERNARD et CARBIENER, 1979, 1980).

Les prairies du Ried Gris sont elles aussi aujourd'hui en recul. Malgré l'inondabilité, le maïs progresse et occupe déjà nombre de sites (levées surtout) : le régime de crues hivernales est relativement compatible avec le cycle du maïs (mais pas du blé d'hiver par exemple). Aussi malgré le bilan économique systémique et l'impact écologique défavorables de cette culture par rapport à la prairie, dans les conditions du Ried, celle-ci progresse pour l'instant, la conjoncture économique n'évoluant pas encore assez vite pour révéler suffisamment ce caractère anti-économique. C'est dans le Ried Gris toutefois que subsistent pour l'instant encore les plus vastes surfaces prairiales qui contribuent à l'aspect «grands espaces ouverts» typique du Ried. L'horizon est occupé par les lisérées forestières ou les coulisses arborées sur un arrière plan de montagne vosgienne : le paysage, comme partout dans le Ried, est très plaisant.

TABLEAU 2
Différenciations phytosociologiques entre forêts alluviales rhénanes
et les forêts alluviales de la dépression marginale du Ried
Les deux complexes sont inondables.

	Forêts de l'III	Forêts rhénanes
Milieux à sols tourbeux	Aulnaies à <i>Thelypteris palustris</i> (Alaion)	absents
Milieux neufs périodiquement renouvelés par la dynamique fluviale et de niveau topographique bas très inondable.	<i>Salicetum fragilis</i> (<i>Salicion albae</i>) peu répandu, petites surfaces	<i>Salici-albae</i> - <i>Populeto nigrae</i> <i>Populetum nigrae</i> Répandu sur grandes surfaces mais en forte régression
Niveaux bas, à haute fréquence d'inondation, mais stables, des dépressions.	<i>Pruno-padi-Fraxinetum</i> (<i>Alnion-glutinoso-</i> <i>neanae</i> , <i>Alno-Ulmion</i>)	Complexe du <i>Quercio-Ulmetum</i> sous associations humides (<i>impatientetosum</i> ...) (<i>Ulmion</i> <i>Alno-Ulmion</i>) et stades dynamiques (v. ci- dessous) correspondants.
Niveaux moyens, stables, à épisodes d'inondation brefs et irréguliers des levées et terrasses.	Complexe des <i>Stellario-</i> <i>Carpinetum alietosum</i> sensu OBERDOFER, Chênaies-Charmaies alluviales à géophytes vernaux, et espèces de espèces de l' <i>Alno-Padion</i> , dont le statut synsystématique reste à préciser. (dénom- provisoire à proposer : <i>Alno-glutinosa-Carpinetum</i> .)	Complexe du <i>Quercio-Ulmetum</i> Groupe des sous-associations typiques ou à géophytes (<i>Allium ursinum</i> , <i>Convallaria</i> <i>Ulmion</i> (<i>Alno-Ulmion</i>)) et stades dynamiques (jeunes Peupliers blancs et Ormes, ou vieilles forêts à Chêne pedunculé et Erable champêtre
Niveau quasi hors eaux terrasses et levées élevées	<i>Galio-Carpinetum</i> proche des types zonaux (<i>Carpinion</i>)	<i>Carex-albae-Tilietum</i> (<i>Carpinion</i>), groupe des forêts de transition <i>Ulmion</i> / <i>Carpinion</i> - Chênaies - Ormaies - Tilleuls (<i>T. cordata</i>), Charmes, Muguet et <i>Carex</i> <i>alba</i>

4.4.3.2. Les Forêts du Ried Gris

Les forêts du champ d'inondation de l'III constituent un complexe phytosociologique très caractéristique de ce milieu naturel et connu sous le nom de *forêts de l'III* («ellanes») par opposition aux forêts du Rhin (rhénanes).

En effet, les différences écologiques qui séparent la zone inondable de l'III de la zone inondable du Rhin sont considérables. Le régime des crues est opposé : hivernal dans le cas de l'III, estival dans le cas du Rhin. La nature des dépôts alluviaux est opposée : fortement limono-sableuse (voire de graviers), carbonatée, pour le Rhin, argilo-limoneuse et non calcaire pour l'III. La dynamique hydrologique est (était) différente : instabilité des lits mineurs avec création périodique de milieux «neufs» pour le Rhin sauvage (mais dynamique progressivement stoppée à partir de la fin du 19^e siècle), beaucoup plus grande stabilité des milieux dans le cas de l'III.

Aussi les forêts de l'III appartiennent-elles à des alliances et sous-alliances phytosociologiques différentes de celles du Rhin. Elles se répartissent en trois unités, que nous mettons dans le tableau 2 en parallèle avec les unités rhénanes correspondantes, analogues mais non homologues.

Le *Salicetum fragilis*, constitue la forêt alluviale ellane à bois tendres. Il est localisé : il occupe des sites «exposés» de faible surface au niveau d'îles de l'III soumises à des courants de crue, et présentant un substrat de sables et graviers siliceux vossiens. L'association est bien plus répandue au débouché des torrents vossiens dans la plaine sur les anciens cônes de déjection glaciaire (HOFF, 1978). Elle est très voisine du *Salici albae-Populetum rhénan* par sa composition floristique et structure. Le Saule fragile calcifuge, est la principale espèce discriminante avec le néophyte *Polygonum cuspidatum*. La rareté d'espèces calcicoles telles que la Verge d'or, *Solidago gigantea*, le Cornouiller sanguin et celle de *Poa trivialis*, est également significative et discriminante par rapport aux forêts rhénanes à bois tendres. La forêt de Saules fragiles arborescents est bordée par un manteau de *Salicetum triandrae*, manteau dominé par *Salix purpurea* et discriminé par rapport à la région rhénane, par *S. viminalis* subcalcifuge, entre-autres

Le *Pruno-padi-Fraxinetum*

C'est dans le Ried Gris et sur ses marges vers le Ried Noir que l'Aulnaie à Frênes et sous-bois de Merisier à grappes occupe les surfaces les plus vastes.

Ces forêts sont souvent fort malmenées actuellement par l'industrialisation sylvicole : des coupes d'éclaircies provoquent une transformation de la strate herbacée en mégaphorbiée à Ortues, enchevêtrée par *Rubus caesius*; la constitution de futaies pures d'Aulnes seuls ou de Frênes seuls simplifie à l'extrême les structures.

L'Aulnaie à Frênes forme des peuplements particulièrement étendus dans la moitié Sud du Ried Gris correspondant au Ried de la Blind, ceci au niveau des plus vastes massifs de «forêts de l'III» du Ried, à savoir des forêts communales de Colmar (Niederwald) et de Sélestat (Illwald). On observe une intéressante vicariance écologique entre les Aulnaies à Frêne de la partie méridionale du Ried et celles de la partie septentrionale.

Dans la moitié Sud (Ried gris adjacent au Ried de la Blind), les sols sont lourds, argileux, et le profil qui présente un «Anmoor» noirâtre épais, se rapproche de celui du Ried Noir. Dans ces conditions, le Merisier à grappes (*Prunus padus*) qui a donné son nom à l'association, est peu représenté. L'étage arbustif comprend par contre beaucoup de *Crataegus laevigata*, une Aubépine à comportement strictement forestier (non représentée dans les marteaux) dans les conditions de la plaine d'Alsace. Cette Aubépine est typique des forêts du Ried dans leur ensemble (Carpinietum et Alno-Padion) et les différences par rapport à la forêt rhénane où elle est remplacée par *C. monogyna*. La présence de *Ribes nigrum* caractérise le sol «d'Anmoor» et montre la parenté avec les Aulnaies pures (*Carici elongatae-Alnetum*) parenté due aux sols lourds. De même, de vastes populations de *Ribes rubrum* var. *sylvestre* sont typiques de la race méridionale des Aulnaies à Frêne du Ried d'Alsace (affinités éventuelles à préciser, avec le *Ribes sylvestris*-*Alnetum* Lemée 1937, Tx 1975 ?). La strate herbacée de cette race méridionale est discriminée entre-autres par *Carex strigosa* une laiche forestière subatlantique à très larges feuilles et *Impatiens noli tangere*.

Par contre dans la moitié Nord du Ried Gris, correspondant au Ried de la Zembbs, l'Aulnaie à Frêne est plus localisée. Elle y occupe des chenaux parcourus par des eaux de crue plus dynamiques, donc à sols plus légers et nappe plus dynamique (amplitudes de battement). Aussi y observe-t-on une particulière et caractéristique luxuriance du sous-étage à *Prunus padus*, typique des milieux plus dynamiques.

La strate herbacée y est caractérisée par de fortes populations de *Cardamine pratensis* ssp. *memorosa* (un écotype diploïde ancestral forestier).

L'écotone forêts — espaces ouverts (prairies, rivières) est cicatrisé dans le cas des stations d'Aulnaies à Frênes par un manteau à *Salix cinerea*, *Viburnum opulus*, *Frangula alnus*, *Cornus sanguinea* et *Humulus lupulus*, manteau qui très parent mais non homologue des fruticées pionnières du *Frangula-Salictum cineraceae* (CARBIENER, 1981). Le manteau à Saule cendré est frangé par un ourlet de type mégaphorbiée, à *Valeriana repens*, relevant du Filpendulion (Valenano-Filpenduletum, à transgressives du Convolvulion : *C. sepium*).

La Chênaie-Charmaie alluviale du Ried Gris.

Les terrasses et niveaux topographiques innondés seulement épisodiquement ou sur de courtes périodes, mais à nappe phréatique toujours peu profonde et accessible aux arbres portent un complexe phytosociologique de Chênaies pédon-

culées à Charme, Aulne glutineux, Frêne et Ormes constituant les Chênaies-Charmaies alluviales.

Par rapport aux Chênaies-Charmaies zonales (climatiques) les Chênaies-Charmaies alluviales du Ried Gris se distinguent par une écologie combinant une eutrophie et une mésobryophilie optimales. La mésobryophilie se traduit par la présence d'un contingent d'espèces hygrophiles transgressives de l'Alno-Ulmion. Citons par exemple parmi les ligneux les Ormes, *Ulmus laevis* et *U. minor*, l'Aulne glutineux, *Prunus sylvatica*. Parmi les espèces herbacées *Ranunculus auricomus*, *Stachys sylvatica*, *Glechoma hederacea*, *Festuca gigantea*, *Circaea lutetiana* sont parmi les plus typiques par leur abondance. L'eutrophie se manifeste entre autres mais d'une manière très caractéristique par le développement particulièrement luxuriant dans la strate herbacée de synusies d'espèces vernales.

Citons *Scilla bifolia*, *Anemone ranunculoides*, *Adoxa moschatellina*, *Corydalis cava*, *Mercurialis perennis*, *Pulmonaria obscura*, *Primula elatior*, comme espèces particulièrement typiques et discriminantes par rapport aux forêts rhénanes, ainsi que *Allium ursinum*, *Paris quadrifolia*, *Arum maculatum*, *Anemone nemorosa*, communs aux forêts rhénanes et ellanes. La rareté ou l'absence du Muguet (*Convallaria majalis*) est typique aussi des forêts de l'III par contraste avec son abondance dans les forêts rhénanes.

Les cycles de ces espèces se succèdent de la mi-mars à la mi-mai en donnant des aspects floraux remarquables et très spécifiques des forêts du Ried Gris. La succession de ces synusies à cycles végétatifs très courts et imbriqués accentue considérablement l'efficacité des recyclages biogéochimiques et met à la disposition des strates ligneuses des nutriments frais dans la période où les besoins sont les plus importants. Il s'agit d'une caractéristique phytocécologique essentielle des Chênaies-Charmaies alluviales (intrazonales) par rapport aux Chênaies-Charmaies zonales correspondantes. L'insertion des Chênaies-Charmaies alluviales dans la systématique phytosociologique pose un problème tant que n'est pas résolue la typologie des associations du Carpinetum.

Initialement et provisoirement nous désignons les Chênaies-Charmaies alluviales par le binôme Ulmo-Carpinetum (CARBIENER, 1969); puis du fait que ce binôme était utilisé en Allemagne de l'Est pour désigner des forêts subxérophiles continentales, nous choisissons le nom de Stellario-Carpinetum allettosum (OBERDORFER, 1953). Or les Chênaies-Charmaies alluviales regroupant tout une série de phytocénoses richement structurées nous proposons de les réunir en une association (SCHNITZLER et CARBIENER, 1983) sous le binôme qui fut initialement choisi par ISSLER (1924) dans ses premières et très belles études phytosociologiques des forêts du Ried à savoir *Alno - Carpinetum*. Il s'agit d'une association intrazonale, située sur la charnière entre le Carpinetum et l'Alno-Ulmion. Sur les terrasses les plus élevées et les plus sèches du Ried (voir ci-dessous) on passe insensiblement aux Chênaies-Charmaies zonales (Stellano — Carpinetum).

Par ailleurs les forêts alluviales de l'III se distinguent fortement des forêts rhénanes à bois durs par : l'abondance du Charme, la présence du Merisier (*Prunus avium*) et du Tremble (*Populus tremula*) comme espèces subpionnières; les transgressions du Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*) et de l'Érable champêtre (*Acer campestre*) vers des stations humides (alors que ces espèces marquent les niveaux relativement secs en milieu rhénan); la présence du *Crataegus laevigata* dans le

sous-bois (tous ces ligneux sont des caractéristiques ou différencielles du Carpinion); la diminution de vitalité des lianes ligneuses (*Clematis*, *Hedera*); la relégation en lisière de nombre d'arbustes intégrés dans l'écosystème forestier rhénan (*Cornus mas*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*); enfin la présence d'un important contingent d'espèces herbacées discriminantes relevant du Carpinion (ex : *Potentilla sterilis*, *Dactylis polygama*, *Campanula trachelium*), ou non (*Melandrium rubrum*).

Dans le cas de la Chênaie-Charmaie alluviale l'écotone des lisières est occupé par un «manteau» de composition et structure très proche de celui des forêts rhénanes et des lisières des forêts des terrasses du Ried Brun-Gris : c'est le *Pruno padicoretum* (MOOR, 1952). En dehors des espèces qui lui ont donné son nom, l'association comporte de l'Auline blanc (*Ahuna incana*) et les arbustes habituels des fruticées de l'ordre de *Prunetalia spinosi* sur sols mésophiles, neutres, riches en bases (*Cornus sanguinea*, *Ulmus minor*, *Evonymus europaeus*, *Clematis vitalba*, *Rubus caesius*). Mais par rapport à la race rhénane de l'association, les différences pédologiques et de climat local (continentalité plus grande) se traduisent par une raréfaction des thermophiles (*Cornus mas*, *Viburnum lantana* et surtout de *Tamus communis* qui devient très rare dans le Ried) et au contraire l'apparition d'espèces discriminantes de la race méditerranéenne, espèces liées à des sols argilo-limoneux ou non carbonatés telles le Tremble *Populus tremula*, des grandes Ronces grimpantes du groupe *Rubus fruticosus*, notamment *R. macropyllus* *R. montanus*, *R. biflorus* (dét. Prof. N.E. WEBER, OSNABRUCK, RFA, que nous remercions). Les lisières herbacées («ourlets») irragent le manteau ont une composition variant en fonction de l'exposition : associations mésotrophes — subthermophiles des *Origanetalia* aux lisières exposées au Sud et à l'Ouest, association hygro-nitratophiles aux lisières Nord, comprenant par exemple un écotone géant d'*Heracleum sphondylium*.

L'inondabilité et les caractéristiques propres de structure des forêts du Ried Gris tendent donc à accentuer les phénomènes d'homéostasie contribuant au maintien de leur grande fertilité : les processus sont plus efficaces que dans le cas évoqué précédemment des terrasses «hors eaux» du Ried Brun-Gris dominant les basses terres du Ried Noir. Des pratiques forestières inadéquates (coupe à blanc, monoculture) risquent de porter atteinte à ce potentiel.

Le champ d'inondation de l'III et ses marges présente une grande importance ornithologique, constituant un relais nourricier pour une partie de la faune hivernante d'oiseaux d'eau (Larides, Colvert, Héron cendré, Oies...) qui y séjournent en fortes concentrations.

5. MYCOSOCIOLOGIE DU GRAND RIED.

Le «modèle» Grand Ried offre une remarquable opportunité pour l'étude des déterminismes écologiques régissant les synusies de macromycètes. Quelques résultats fragmentaires mais très significatifs ont déjà été obtenus.

Les forêts alluviales rhénanes sont caractérisées par la richesse en espèces des synusies lignicoles, des synusies saprophytes «de l'humus» (Morilles, Mycènes...) et d'Inocybes basicaulophiles.

Les prairies du Ried sont caractérisées, entre autres, par l'abondance d'Hygrophores (*Hygrocybes*, *Camarophylles*), submontagnards notamment.

L'étude de l'évolution de cette mycoflore selon des gradients transversaux et longitudinaux (profils de la vallée alluviale) permet d'interpréter leur écologie : influence des climats locaux, de la pédologie de variances stationnelles (CARBIENER, OURISSON et BERNARD, 1975, TRENDL et CARBIENER, 1979, CARBIENER, 1981).

6. LES RIVIÈRES PHRÉATIQUES, PARTICULARITÉ HYDROBIOLOGIQUE REMARQUABLE DU GRAND RIED.

6.1. Les rivières phréatiques, en tant que «reliques glaciaires».

Le Grand Ried d'Alsace comporte sur un espace relativement restreint le réseau de rivières phréatiques le plus étoffé d'Europe. Ces rivières phréatiques représentent, on l'a vu, une caractéristique du secteur géomorphologique des diffusions du profil longitudinal des grands fleuves à bassin de réception alpin. Leur existence est entièrement conditionnée par la conjonction de trois facteurs : un sous-bassement subaffleurant de graviers aquifères glaciaires (würmiens); un niveau de base de la nappe phréatique maintenu très élevé par un fleuve dont le lit mineur est rehaussé par rapport à sa plaine alluviale; une pente forte accentuant la dynamique de la nappe.

Ces rivières représentent des biotopes de montagne transportés en plaine. Elles assurent en effet la survie d'une faune sténotherme d'eaux froides et pures (catharobes à oligotrophes calciques) à caractère relictuel «glaciaire» : dont les poissons Salmonidés (Truite, Ombre) et leurs commensaux (Chabot, Lotte, l'Écrevisse à pattes blanches *Asacus pallipes*) sont les témoins les plus connus. Ce sont des rivières à Salmonidés à très gros rendement et à haute valeur biologique ou sportive (truites saumonées). S'ajoutent une faune interstitielle de graviers et une florule d'algues catharobes ou oligotrophes également très caractéristiques.

6.2. Caractères généraux des rivières phréatiques.

Ces rivières qui sont alimentées principalement ou exclusivement par la nappe phréatique des graviers glaciaires ont toujours frappé la population régionale par des aspects hydrologiques rappelant celles de certaines fontaines vaudoises. Ces caractères sont énumérés ci-dessous (CARBIENER, 1982).

1 *Sténothermie* : l'eau surgit à $11^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ à l'émergence ce qui correspond à la moyenne annuelle de la plaine d'Alsace à ce niveau. L'amplitude thermique des cours d'eau ne s'accroît que très lentement par la suite. De nouvelles sources «limnocènes» grossissent en effet peu à peu les débits et maintiennent en général l'amplitude thermique à moins de 10° annuels (6° à 16°) (représentation cartographique KRAUSE et CARBIENER, 1983).

2. **Limpidité - pureté.** Les eaux sont en toutes saisons très limpides voire cristallines. D'où les désignations dialectales locales « Brunnenwasser, Bronnvasser, Bornen », qui signifient « fontaines ». Les charges alluviales restent même lors des crues extrêmement faibles du fait de l'absence d'apports d'eaux de surface ou de ruissellement.

3. **« dureté » et oligotrophie.** Les eaux sont fortement minéralisées par quasi saturation bicarbonatée calcique au contact des graviers et sables carbonatés rhénans (d h. 20 — 27°). Mais elles sont à l'émergence, très pauvres en fertilisants donc ultra-oligotrophes (le P, limitant, se tient en dessous de 10 — 20 p.p.b. en général) et très pauvres en azote ammoniacal toxique en eau basique (moins de 10 — 20 p.p.b. d'Azote ammoniacal).

4. **La régularité des débits et l'homéostasie physicochimique.** Le « volant » hydrologique, thermique, physicochimique réalisé par l'immense réservoir des graviers glaciaires assure une très grande atténuation aux variations de paramètres. Les influences perturbatrices d'origine humaine sont les principales causes de variations notables.

6.3. Le « modèle naturel » hydro-écologique réalisé par les rivières phréatiques.

Le réseau des rivières phréatiques réalise un modèle hydrologique naturel dont l'exploitation scientifique, en cours (programme PIREN - eau, nappe phréatique rhénane, CNRS) est très prometteuse. La structure naturelle du réseau permet en effet d'étudier les modalités d'échange et de transferts de matières eaux de surface — nappes phréatiques, en fonction des types de milieu.

Un aspect de ces modalités a été évoqué au paragraphe 4.4.1. Ainsi dans le Ried Blond rhénan, la nappe continue à être mise en charge donc alimentée en été par la hausse nivale du niveau du fleuve (même en l'absence de crues inondantes largement supprimées par le Canal d'Alsace). Aussi une contamination de la frange rhénane de la nappe par des micropolluants minéraux (métaux dont mercure, phosphates) ou organiques (organochlorés) résulte de l'injection directe de ces polluants à travers les graviers poreux des pavages de thalweg. Du moins les preuves dans ce sens commencent à s'accumuler.

Par contre, dans les Ried Gris de la *dépression marginale*, la nappe est drainée par l'Ilz sauf lors des épisodes de crue mondanité. Mais dans ce cas la recharge concerne des eaux d'infiltration ayant traversé la « colonne de chromatographie d'adsorption et d'échange » constituée par l'épaisse couche de sols alluviaux limono-argileux* ainsi que subi des absorptions par le couvert végétal.

Or les rivières phréatiques peuvent servir de révélateur — bioindicateur particulièrement sensibles de l'état de la nappe. En effet, leurs biocénoses intègrent les variations de charge polluantes et amplifient très considérablement par bioaccumulations (consommateurs terminaux : poissons carnassiers)

les taux de micropolluants rémanents, deux données qui facilitent considérablement leur saisie par l'analyse (CARBIENER, 1978), d'une part, l'étude des échanges rivières/nappe d'autre part.

De même, les *phytocénoses* des rivières phréatiques constituent des bioindicateurs très fiables des altérations de la nappe phréatique par *eutrophisation*, eutrophisation qui a énormément progressé depuis 15 ans. Les groupements végétaux des rivières phréatiques du Ried (Tableau 7) forment quatre à cinq unités séquentielles dont le déterminisme trophique est prouvé par la répartition dans l'espace et l'évolution dans le temps (CARBIENER, 1969 ; CARBIENER et KAPP, 1981 ; CARBIENER, 1982).

Ainsi l'association oligotrophe à *Potamogeton coloratus* et Characées, a énormément régressé depuis quinze ans et n'occupe plus que quelques têtes de rivières (Figure 8). De même, la séquence à *Sium erectum* et *Mentha aquatica* (formes submerses) mésotrophe, qui normalement lui succède en aval par eutrophisation cumulative naturelle (les *phytocénoses* fonctionnent comme ralentisseurs de transfert !) a beaucoup reculé (cette association est surtout caractérisée négativement, car les plantes dominantes qui ne sont pas de vrais hydrophytes, sont par elles-mêmes eurytopes). C'est l'association à *Callitriche obtusangula*, espèce subatlantique stimulée dans les eaux sténothermes par les températures hivernales élevées qui a envahi une bonne partie du réseau phréatique eutrophisé.

Le *Callitriche* est exigeant en phosphates (plus de 20 à 30 p.p.b.) et résistant à l'ammoniaque (il prolifère en aval d'une pisciculture qui pollue la Lachter en tête de bassin en provoquant des hausses de taux d'ammoniaque jusqu'à 40 à 60 p.p.b. et plus). Il peut obstruer par sa biomasse les cours d'eaux et induire des pollutions secondaires dévastant la faune (extermination des poissons Salmonidés par envasement des frayères). L'envasement nocif est aussi la conséquence partielle de la prolifération des rats musqués (*Ondatra zibethica*).

Cette prolifération est un très bel exemple de rétroaction positive car l'effeuillage des berges par *Ondatra zibethica* amplifie l'envasement qui lui-même favorise la rétention des nutriments et la prolifération des végétaux aquatiques. Or c'est la biomasse de ces derniers qui régule la biomasse des *Ondatra* en l'absence d'ennemis naturels...

Le débit (vitesse du courant) étant un facteur écologique majeur en hydroécologie, les rivières phréatiques les plus importantes et eutrophisées peuvent héberger une quatrième séquence à *Oenanthe fluviatilis* et *Zanichellia palustris* ssp. *repens*, associations déjà proche de celle à *Renonculus* d'eau (*Ranunculus fluitans*) et *Potamogeton pectinatus* qui représente le climax des cours d'eau rapides eurythermes et eutrophes (voire pollués) de la plaine d'Alsace. KOHLER a obtenu en Bavière, à partir de 1971, des résultats quasi identiques ! Inversement, d'anciens bras du Rhin isolés par le Canal d'Alsace, sont devenus des « rivières phréatiques » incluses dans des massifs forestiers rhénans. On a pu y suivre un processus d'oligotrophisation progressive.

Une des originalités du Ried d'Alsace est donc de pouvoir inclure des bioindicateurs dans l'étude de la qualité de la nappe phréatique grâce à l'existence des rivières phréatiques alimentées par elle.

Le programme PIREN-eaux CNRS Région Alsace englobe l'étude des corrélations écologiques - hydrochimiques des

* Notons à ce propos que les rivières phréatiques du Ried Noir et du Ried Gris prennent naissance à partir de (ou comprennent dans leur lit des) sources en forme d'entonnoirs percés à l'emporte pièce dans la couche d'argile, sources fonctionnant en puits artésiens (Ex. la « Belle source » qui donne naissance au Trullygraben).



TABLEAU 3
Séquence phytosociologique d'eutrophisation
des rivières phréatiques (tableau provisoire).

NOMBRE DE RELEVÉS	A	A'	B	C	D
	10	8	7	11	5
<i>Potamogeton coloratus</i>	V ³⁻⁴	V ⁺¹			
<i>Juncus subnodulosus</i> fo. <i>subm.</i>	IV ⁺⁴	III ¹⁻³			
<i>Chara hispida</i>	III ⁺³	I			
<i>Chara vulgaris</i>	I				
<i>Phalaris arundin.</i> fo. <i>subm.</i>	I	IV ⁺²	IV ⁺²		
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>subm.</i>	II	I	IV		
<i>Glyceria fluitans</i>	I	IV			
<i>Peltia calycina</i>	II		I		
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>subm.</i>	I	III	I		
<i>Potamogeton densus</i>			I		
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	I				
<i>Sium erectum</i>	IV ⁺²	V ¹⁻⁴	V ²⁻⁵	III ⁺³	I
<i>Menha aquatica</i> fo. <i>subm.</i>	IV ⁺²	V ⁺³	III ⁺²	I	
<i>Veronica anagallis</i> fo. <i>subm.</i>	II		III	II	
<i>Potamogeton natans</i>		II		I	
<i>Schoenoplectus lacustris</i> fo. <i>fluit.</i>	II	I	I	II	
<i>Lemna trisulca</i>			II	I	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			I	I	
<i>Hippuris vulgaris</i>				II	
<i>Sparanium emersum</i> (<i>simplex</i>)			III	IV ⁺³	III
<i>Elodea canadensis</i>			II	II	II
<i>Callitriche obtusangula</i>				V ²⁻⁴	IV
<i>Zonitichella palustris</i>				I	I
<i>Potamogeton pectinatus</i>				I	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>					IV
<i>Oenanthe fluviatilis</i>					V
<i>Ranunculus fluitans</i>					III
<i>Nasturtium officinale</i>		I	I	I	
<i>Sparganium ramosum</i> (<i>erect.</i>)	I ⁰	II ⁰	I	I	
<i>Nuphar luteum</i>		II	I	III	II
<i>Fontinalis antipyretica</i>		II		I	III

A, A' : «séquence A». Assoc. à *Potamogeton coloratus*

A' : variante à *Phalaris*, de transition vers *Sium*

B : «Séquence B». Assoc. à *Sium erectum*-*Menha aquatica*

C : Séquence C. Assoc. à *Callitriche obtusangula*

D : Séquence D. Groupement (Assoc.?) à *Oenanthe fluviatilis*

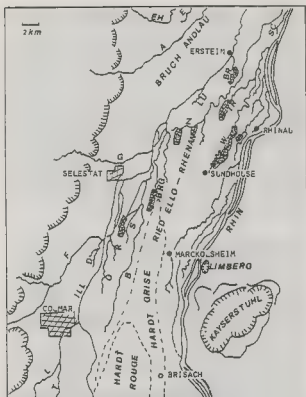


Fig. 7.— Répartition de l'association à *Potamogeton coloratus* en 1965

rièrres phréatiques en vue de développer les aspects précités qui comportent un aspect scientifique fondamental et un aspect appliqué prometteur.

7. LA MULTIPLICATION DES EFFETS DE LISIÈRE DANS LE RIED.

La structure paysagère du Ried implique une juxtaposition particulièrement heureuse des deux grandes catégories d'imbrications spatiales d'écosystèmes, écotones et écoclines, ce qui multiplie les effets de lisière

Les effets n'en ont été que très partiellement analysés encore. Mais dans le Ried aussi la règle de la spécificité des niches écologiques réalisées par les écotones se vérifie pour nombre d'éléments de la flore et de la faune. Il en va de même pour les champignons à chapeau pour lesquels les écotones se révèlent être un milieu particulièrement riche en «spécialistes».

Nous les résumons très brièvement pour le Ried rhénan et le Ried illan (Noir et Gris). Pour chacune de ces unités majeures les effets de lisière présentent une importance écologique primordiale d'une part, mais aussi une différence de nature et d'échelle d'autre part.

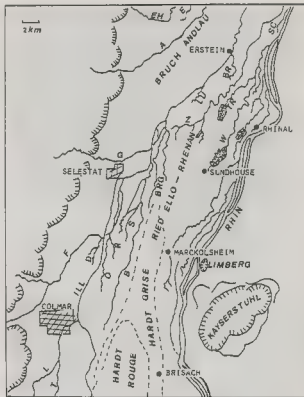


Fig. 8.— Répartition de l'association à *Potamogeton coloratus* en 1980.

7.1. Effet de lisière dans le Ried rhénan (Ried Blond).

7.1.1. Les écotones des Forêts rhénanes internes

Dans les forêts rhénanes internes aux digues la vigueur de la dynamique fluviale passée met en contact direct, par des berges abruptes les milieux aquatiques des eaux mortes, Giesen et Brunnwasser avec la forêt dense alluviale à bois durs ou la forêt de Saules. Il en résulte un écotone à vaste développement linéaire à aspect de forêt-galerie

Cet écotone est favorable à l'Autour (*Accipiter gentilis*), au Milan noir (*Milvus migrans*), au Héron cendré (*Ardea cinerea*), au Martin pêcheur (*Alcedo atthis*). Ce dernier atteint dans les forêts rhénanes près de la moitié de ses effectifs alsaciens totaux. Tous les oiseaux cités présentent d'ailleurs dans les forêts rhénanes leur densité maximale pour l'Alsace (KEMPF, 1980).

De plus, la mosaïque des stades dynamiques forestiers particulièrement prononcée dans le cas des forêts alluviales, la diversification structurale intrinsèque de ces forêts (très polystrates, riches en lianes dans le cas du Quercu-Ulmetum) ainsi que la diversification stationnelle spécifique du milieu alluvial riverain du grand fleuve (variation combinée niveau topographique - types de substrats) introduisent des écotones de

deuxième grandeur. Il en résulte une hausse notable de la richesse spécifique faunistique et floristique.

Du côté *flore et végétation*, mentionnons que le manteau arbustif du Pado-Coryletum cicatrise tant bien que mal l'écotone Quercio-Ulmetum (complexe à bois durs) - milieux aquatiques dans les conditions décrites (berges abruptes). En effet, la morphologie ripicole (branches basses développées vers l'eau) des arbres ne laisse qu'assez peu d'espace aux arbustes qui sont les mêmes que ceux du sous-bois des forêts mûres correspondant à la station. Seules quelques laines herbacées (*Tamus communis*, *Humulus lupulus*, *Rubus caesius*) l'abondance de l'Aulne blanc, la présence de Saules etc. différencient (mal) le Pado-Coryletum de cet écotone par rapport à la forêt fermée adjacente, de même que le cas échéant, des plantes caractéristiques des cordons sableux riverains telles la prêle d'hiver *Equisetum hiemale* ou des champignons tels *Agaricus subfloccosus*. Les berges abruptes hébergent jusqu'à 8 couples de Martin-Pêcheur par 10 km linéaires.

Du côté de l'avifaune, KEMPF a montré que la forêt dense à bois durs est relativement pauvre en espèces d'oiseaux nicheurs avec environ 25 à 30 espèces sur 10 ha comme toutes les forêts denses - espèces strictement forestières (mais pour une densité «normale» d'environ 70 couples par 10 ha). Mais les écotones précédents provoquent une hausse du nombre d'espèces nicheuses forestières du complexe forestier alluvial «interne», la richesse spécifique atteignant environ 50 espèces pour la forêt à bois durs et plus de 70 espèces en incluant les forêts à bois tendres où la densité peut grimper à 90 couples/10 ha (pour le complexe, il a été nécessaire de porter à 100 ha les surfaces d'inventaire). Enfin en incluant l'avifaune nicheuse aquatique on arrive pour la forêt rhénane interne à un total de près de 100 espèces dont plus de la moitié (au moins) sont liées aux effets de lisières.

En ce qui concerne les Amphibiens les écotones eaux/forêts des forêts rhénanes constituent actuellement le principal lieu de refuge d'importantes populations de Rainette verte *Hyla arborea*. Leur densité maximale s'observe sur les îles du Rhin restées inondables, les hautes eaux d'été favorisent la reproduction de cette espèce tardive.

7.1.2. Les écotones associés aux zonations végétales de la région rhénane externe aux digues ou mises hors eaux par le Canal d'Alsace

La réadaptation du profil des anciens bras du Rhin (ou thalwegs principaux) après les endiguements, l'apparition d'eaux mortes et la stabilisation relative des niveaux d'eaux expliquent le grand développement pris dans ce milieu (Ried Blond d'entre deux digues et externe) par les zonations décrites plus haut (4.1.3. et 4.1.4.). La structure typique des écotones est celle, classique, de la série forêt alluviale - manteau arbustif - prairie à hautes herbes ou à Laiches - Roselières - eau libre et végétation aquatique.

Le développement important des fruticées et des roselières est le principal support des importants effets de lisière caractéristique de cette région, bien illustrée près de Rhinau (zone du Brunnenwasser datant du siècle dernier) et de Marckolsheim (zone du Steingriengiesen, mise hors inondations récemment - 1960 - par le Canal d'Alsace). Des groupements végétaux caractéristiques ont été cités (notamment celui à *Salix nigricans* et *S. nigricans* x *cinerea* de l'écotone forêt/espaces

ouverts). Il convient d'ajouter aux zonations naturelles les écotones créés par l'influence humaine le long des chemins et laies forestières, ainsi que les lisières forêts - prairies. On trouve ainsi aux lisières des variantes «sèches» du Quercio-Ulmetum des plantes spécialisées caractérisant une végétation non encore décrite «d'ourlet» comprenant *Lithospermum officinale*, *Euphorbia tirica*, *Valeriana officinalis* ssp. *pratensis* (écotone mésotrophe tetraploïde, endémique peut-être : BERNARD et CARBIENER, 1979), *Physalis alkekengi*. Cette végétation est originale par la rencontre d'espèces nitrophiles du Galio-Alliarion et mésotrophes des Origanetalia. Une flore très riche de macromycètes calcicoles caractéristiques de lisières se développe de même dans le complexe d'écotones de la région rhénane externe. Citons, à titre d'exemple, *Inocybe dulcamara* associé à des arbustes (*Alnus incana*) au niveau d'écotones humides des bords des eaux, et *Inocybe patouillardii* qui lui fait pendant au niveau de lisières forestières à *Lithospermum officinale* que nous venons de citer.

L'avifaune s'enrichit d'éléments typiques de l'écocline rose-hères/eaux libres avec d'importantes populations nicheuses inféodées aux roselières (Rousserolles) ou d'oiseaux d'eau parmi lesquels le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*), le Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), le rare Butor bongios (*Ixobrychus minutus*), les Fulgules morillon et miloum (*Aythya fuligula* et *A. ferina*) peuvent être considérés comme spécifiquement rhénans à l'échelle de la plaine d'Alsace. Le Hibou des marais et le Busard des roseaux sont en voie d'extinction.

L'écotone arbustes-milieux aquatiques ou forestiers est favorable à la constitution de notables populations de Rossignols, Rouge-gorges, Troglodytes, Locustelle tachetée etc.

Les forêts rhénanes endiguées constituent le biotope le plus riche en espèces d'Amphibiens de l'ensemble du Grand Ried (BAUMGART, 1982) avec 13 espèces (sur les 16-17 espèces indigènes de la faune d'Alsace) dont plusieurs à fortes populations. Or les biotopes reproducteurs les meilleurs sont des mares peu profondes situées au niveau de lisières forestières ensoleillées. BAUMGART note ainsi dans une mare de 150 m² et d'environ 60 cm de profondeur en lisière Est de la forêt rhénane d'Erstein une population reproductrice d'environ 50 Grenouilles rouges, 240 Grenouilles agiles, 100 Grenouilles vertes, 200 Rainettes, 200 Tritons alpestres, 100 Tritons communs et 100 Tritons crêtes.

Du côté des Mammifères, le Rat des moissons et le Muscardin ont été déjà cités comme typiques d'écotones rhénans externes.

7.2. Effets de lisière dans le Ried de l'Ill (Ried Noir et Ried Gris).

Dans ce paysage, bien différent du paysage rhénan, les effets de lisière sont essentiellement dus aux écotones formés par les contacts linéaires entre les forêts ou haies et les espaces ouverts prairiaux ou aquatiques. Ils ont été sommairement analysés du point de vue phytosociologique (TRENDEL et CARBIENER, 1979 ; CARBIENER, 1979).

Les lisières forêts-prairies réalisent un écotone à spécificité bioclimatique très marquée mais dépendant de l'exposition (DIERSCHKE, 1974). Dans le Ried, les lisières des terrasses (Ried Brun-Gris) exposées au Sud ou à l'Ouest sont marquées

par la thermophilie relative. Elles comportent un manteau riche en éléments subthermophiles (*Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Rhamnus cathartica*) du Ligustro-Prunetum et un ourlet comportant des éléments du Geranium sanguinei (par ex : *Vincetoxicum officinale*, *Fragaria viridis*, *Campanula rapunculoides*, *Aquilegia vulgaris*, *Filipendula vulgaris*, *Stachys recta*, *Inula salicina*...).

Par contre, les lisières exposées au Nord et les lisières fraîches et humides en général comportent un «manteau» relevant du Pruno padi-Coryleum, déjà décrit (4.4.3.2) comme étant riche en grandes ronces grimpantes manquant dans le milieu rhénan. Elles sont frangées par un ourlet caractérisé notamment par *Fragaria moschata* (espèce hexaploïde hydro-nitratophile très caractéristique), un écotype géant de *Heracleum sphondylium* (BERNARD et CARBIÈRE, 1979) déjà cité. De très nombreux champignons dont beaucoup de mycorrhiziques ont été reconnus de même caractéristiques de ces écotones.

Les aspects faunistiques des effets de lisière sont encore peu étudiés dans le Ried. Citons toutefois en exemple l'abondance relative du Hibou moyen duc (*Asio otus*), typiquement inféodé aux paysages bocagers et hivernant parfois en grandes troupes dans les broussailles de Saule cendré du Ried Noir. La Hulotte (*Strix aluco*) par contre, typiquement forestière, est abondante dans la forêt dense rhénane. Globalement la contribution de l'importance des effets de lisière à la richesse faunistique explique la résistance relative du Ried à la dégradation *cynégétique* qui a marqué le reste des terroirs agricoles d'Alsace (collines calcaires et vignobles exceptés). Le rapport considérable des locations de chasse qui constituent d'importantes ressources financières pour partie des communes, le prouve. Le maintien d'une importante population autochtone, reproductrice de Perdrix, Faisans, Lièvres et Chevreuils est directement corrélé au grand développement des effets de lisière. D'où aussi la méfiance de ces communes vis-à-vis des remembrements destructeurs. De même, la résistance relative des vergers traditionnels périvillageois vis-à-vis des proliférations parasitaires relève pour partie des mêmes causes (les arbres ne sont pas «traités»). Ces causes de résistance ont été analysées par divers travaux (ex : in WILMANN, 1978, p. 102-103).

8. CONCLUSIONS ET RÉCAPITULATIONS.

8.1 Le «modèle écologique» «Grand Ried» en écologie terrestre

Le compartimentage des facteurs écologiques conditionnant les biotopes correspond à l'entrecroisement d'un double déterminisme longitudinal (profil d'équilibre fluvial) et transversal (évènements et dépressions marginales emboîtées) de nature géomorphologique.

Mais alors que l'axe longitudinal correspond à une variation progressive, en gradient, le long du Rhin et de l'ill des processus géomorphologiques en fonction de la pente et du régime propre de ces cours d'eau, on a vu que l'axe transversal comporte des discontinuités topographiques édifiées par le jeu des levées et dépressions discontinuées spatiales tendant à être disposées parallèlement à ces cours d'eau et des discontinuités temporelles dues à l'âge très échelonné de la mise en place des

substrats, donc de l'évolution pédogénétique.

Or l'amplitude totale des variations écologiques imposées entre Marckolsheim et Strasbourg, par le gradient longitudinal, est bien moins importante que les variations biotiques imposées par les discontinuités transversales, allant de l'axe rhénan à la marge ellane. D'où l'agencement longitudinal des climax stationnels (édaphiques) forestiers par rapport au Rhin et à la plaine, agencement se superposant donc au compartimentage écologique longitudinal à base géomorphologique, hydrologique et pédologique. Ce compartimentage majeur est décrit sous les noms de Ried Blond, Ried Brun, Ried Noir, Ried Gris (d'Est en Ouest).

Toutefois pour l'ill on a vu que l'effet de barrage provoqué par les cônes de déjection würmiens des torrents vosgiens tend à instaurer des aspects en escalier du profil en long, la rupture de pente en aval des cônes provoquant des épanchages d'allure deltaïques.

Ceci n'exclut toutefois nullement l'existence aussi d'une progressivité de la variation transversale de certains facteurs (exemple : régime et physicochimie de la nappe, degré d'évolution pédologique...).

D'où la présence, à la faveur de ces gradients transversaux de formes de transition entre groupements végétaux ; ceci par exemple sous forme de forêts que la phytosociologie désigne comme intermédiaires entre les types rhénans (Ulmenion, Salicetum albae, Salicinigracantis-Viburnetum) et les types ellans (Alno-Padion, Salicetum fragilis, Frangulo-Salicetum cinerea) pour ne citer que des exemples.

Inversement, les travaux d'endiguement ont occasionné des évolutions divergentes des substrats, évolutions accentuées surtout depuis le milieu du 19^e siècle pour la région du Ried Blond rhénan. Ils aboutissent à une forte ségrégation stationnelle entre les secteurs internes aux digues, restés inondables et les secteurs externes, soustraits aux eaux de surface du moins. Ségrégation que le Canal d'Alsace a encore profondément modifiée ou accentuée depuis.

Enfin, des héritages géomorphologiques localisés (par exemple levées graveleuses anciennes pointant à travers des sédiments plus récents) introduisant un facteur de variation biotique supplémentaire à l'intérieur même des unités longitudinales.

L'examen de ces données montre qu'à travers la simplicité apparente de l'agencement des unités stationnelles majeures, une grande complexité écologique de détail caractérise le Ried. Ce dernier constitue un des milieux alluviaux de vallée fluviale les plus structurés et à hiérarchie stationnelle des plus accusés, à diverses échelles, d'Europe. Ainsi à un niveau hiérarchique à peine inférieur à celui des données majeures, niveau hiérarchique correspondant à une échelle spatiale de l'ordre du kilomètre, un compartimentage stationnel subordonné subdivise les grandes unités longitudinales, en diversifie la végétation et explique le paysage macrobocager. Ce dernier est la résultante d'une adaptation empirique très fine des anciens équilibres agro-sylvo-pastoraux aux données stationnelles.

L'étude scientifique objective donne les bases interprétatives de cette diversité des milieux, des groupements végétaux et de la faune qui constituent une des grandes richesses du Ried, diversité empiriquement percevable au niveau des paysages (cf. introduction). Or cette diversité est très accentuée

encore par l'abondance des écotones et écoclines, donc des effets de lisière, naturels. Il faut y ajouter les écotones créés par l'activité humaine (du moins pour certaines des unités considérées). Ces effets de lisière sont donc pour partie la conséquence de l'équilibre agro-sylvo-pastoral traditionnel.

8.2. Le «modèle naturel hydrologique» réalisé par le Grand Ried

Le Grand Ried présente une originalité hydrologique de première importance par l'existence d'un réseau de rivières phréatiques occupant l'ensemble de l'espace naturel considéré. Ceci est dû à la puissance de la nappe phréatique des graviers du Rhin et à la pente encore forte de la plaine. Mais les milieux aquatiques du Ried sont très structurés eux aussi.

En effet les déterminismes de première grandeur qui président l'écologie du réseau aquatique du Grand Ried sont liés aux caractères hydrologiques opposés du Rhin et de l'III. Cette opposition réalise un modèle naturel dont l'exploitation scientifique présente un grand intérêt tant fondamental, qu'appliqué.

Les paramètres hydrologiques varient bien plus graduellement, dans le sens aussi bien longitudinal que transversal, que les paramètres géomorpho-pédologiques. Néanmoins, des discontinuités relativement brusques permettent de définir trois secteurs (pour ne pas dire compartiments) transversaux, c'est-à-dire trois grandes régions hydrologiques parallèles au Rhin et à l'III.

A l'Est, la *région hydrologique rhénane* est celle concernée par la «frange rhénane» proprement dite de la nappe phréatique des graviers calcaires du Rhin. Elle concerne l'espace, large de 2 à 3 km à partir du Rhin, dans lequel les caractères hydrologiques rhénans se répercutent à savoir la crue nivale (hausse estivale du plafond de la nappe donc du débit des rivières) et présence de polluants agissant en tracterurs hydrologiques (chlorures, phosphates, mercure). La nappe de la frange rhénane est en effet mise en charge par des infiltrations à travers les graviers poreux des thalwegs surtout pendant la crue d'été.

Au centre, le *secteur hydrologique du Ried Central* comporte des rivières phréatiques encore très pures, oligotrophes calcaires à l'origine, à physicochimie très homogénéisée sauf perturbations anthropiques directes.

A l'Ouest, le *secteur du champ d'inondation de l'III*, est marqué par la montée hivernale du toit par la nappe, et la recharge de celle-ci par les crues inondantes. Mais il s'agit alors d'eaux autoépures par la végétation et les sols argilo-humiques épais du Ried Gris. D'où le voisinage surprenant entre une rivière très polluée mais drainant sa nappe presque constamment (sauf courts épisodes de crue) et des rivières phréatiques encore très pures.

Le modèle Naturel ainsi réalisé permet une étude, en cours, des variations des modalités d'échange eaux de surface - nappes en fonction de ce «compartimentage», ainsi que du rôle éventuel de la couverture végétale dans les transferts. L'exploitation de la valeur bioindicatrice de l'évolution dans l'espace et le temps des biocénoses des rivières phréatiques est une autre originalité du Ried. Les eutrophisations et pollutions de la nappe sont visualisées et leur détection facilitée.

8.3. Les grands bouleversements subis par le milieu naturel du Ried depuis 20 ans.

8.3.1. Les pertes de patrimoine paysager, floristique faunistique.

Elles sont dues essentiellement aux drainages et remembrements qui ont accompagné la phase de soumission de l'agriculture à l'industrie. Les prairies extensives ont été quasi intégralement converties en déserts de maïs, de même qu'une bonne partie des prairies de fauche eutrophes. Il en est résulté la perte en 20 ans de 46 espèces végétales vasculaires de haute spécialisation écologique et valeur scientifique et la menace d'éradiation à court terme pour 67 autres espèces de même station (populations passant de quelques dizaines, comprenant des centaines d'individus, à quelques unités ne comprenant plus que quelques dizaines d'individus voire moins). Au total 113 espèces sont exterminées ou très menacées dans le Ried (76 à l'échelle de l'Alsace), dans le corollaire de la destruction de plus de huit associations végétales des *Tofieldetalia*, *Molinietalia* et *Brometalia*. Ceci sans profit pour la collectivité vu l'état des bilans systémiques réels comparés maïs-prairie dans les conditions du Ried.

Les pertes faunistiques sont également considérables, mais en partie encore non évaluées, notamment du côté de l'entomofaune. Elles sont plus que pour la flore encore, en relation directe avec les dégradations paysagères et hydrologiques (destruction par eutrophisation des biotopes des rivières phréatiques).

Or ces destructions sont intervenues en dépit d'une conscience aiguë, dans la population, des enjeux et en dépit du faible coût qu'aurait eu pour la collectivité, en bilan systémique, la préservation des sites les plus représentatifs. Raison de plus de sauver les derniers reliquats !

8.3.2. De quelques effets positifs de l'aménagement du Rhin.

Il convient toutefois de mentionner aussi quelques aspects positifs de la canalisation du Rhin. La création de grands plans d'eaux libres de chasse a fixé sur le Rhin supérieur une énorme population d'oiseaux d'eau migrateurs (la 2^e de France après la Camargue avec plus de 135.000 sujets). Certaines de ces espèces se sont sédentarisées ou sont en voie de le faire (*Fuligules morillon*, *Fuligules milouin*, *Scarcelles*, *Grands Cormorans Sternes*) (KEMPF, 1980).

L'ensemble de cette faune bénéficie de l'effet de lisière de première grandeur que conditionnent tous les biotopes adjacents du Grand Ried, biotopes fonctionnant comme surfaces de gagnage nocturnes ou de sédentarisation reproductrice. Ces bouleversements faunistiques ne sont pas encore stabilisés. Il n'est pas interdit de penser que dans leur sillage des réacquisitions pourraient intervenir (Balbuzard, Grand Butor...) à condition d'étendre les zones de quiétude «hors chasse» à des plans d'eau et roselières du Ried rhénan.

De même, la préservation définitive (par acquisition publique) des derniers hectares de refuges floristiques et faunistiques du Ried constitue un impératif d'extrême urgence. Il s'agit d'une part de réaliser un réseau de réserves forestières. Pour les forêts rhénanes, elles seront centrées sur les massifs domaniaux, l'exemple devant venir de l'état, et sur des forêts communales selon le schéma proposé dans le rapport de contrat. Pour les forêts de type III, un réseau est proposé et

TABLEAU 4
Le relais d'espèces différentes et vicariantes dans les complexes forestiers
caractérisant la typologie stationnelle du Grand Ried Central d'Alsace.

***** Peu fréquente en Alsace □□□□□ En frêne seulement Rare en Alsace — Espèce importante	RÉGION RHÉNANE CARBONATÉE			DÉPRESS. MARG. ARGILLO-HUMIQUE	
	Forêts Rhénanes fonctionnelles inondables	Ried B ord (Forêts rhénanes hors digues)	Ried Brun Terrasse holoc. rhénane carbonatée	Ried Noir et Brun Gris (Chenaux et Terrasses)	Ried Gris Forêts inondables de l'Il.
	1	2	3	4	5
<i>Populus alba</i>			□□□□□□□□	□□□□□□□□	□□□□□□□□
<i>Populus canescens</i>					
<i>Vicuna alba</i>					
<i>Malus sylvestris</i>			*****	*****	*****
<i>Prunus spinosa fruticosa</i>			*****	*****	*****
<i>Pyrus communis</i>	*****	*****			
<i>Salix nigricans</i>					
<i>Salix elaeagnus</i>					
<i>Salix daphnoides</i>	*****	*****			
<i>Tamus communis</i>	*****	*****			
<i>Epigaeum humile</i>		*****			
<i>Poa trivialis</i>					
<i>Convallaria majalis</i>		*****			
<i>Tilia platyphyllos</i>					
<i>Carex lasiocarpa</i>	*****				
<i>Berberis vulgaris</i>		*****			
<i>Daphne mezereum</i>		*****			
<i>Carex alba</i>					
<i>Carex arundinacea</i>					
<i>Euphorbia amygdaloides</i>					
<i>Heliothis foetidus</i>		*****			
<i>Orchis purpurea</i>					
<i>Orchis bifolia</i>					
<i>Epipactis helleborine</i>		*****			
<i>Neottia nida avis</i>		*****			
<i>Juglans regia</i>	*****	*****			
<i>Acer platanoides</i>	*****	*****			
<i>Rubus pseudacacia</i>	*****	*****			
<i>Listera ovata</i>		*****	*****		
<i>Salix caprea</i>					
<i>Salix viminalis</i>	*****				
<i>Sanicula europaea</i>		*****			
<i>Asarum europaeum</i>		*****		*****	*****
<i>Viola odorata</i>				*****	*****
<i>Geum urbanum</i>					
<i>Carpinus betulus</i>		*****			
<i>Prunus avium</i>		*****			
<i>Populus tremula</i>			*****		
<i>Ribes rubrum</i>			*****		
<i>Rubus fruticosus s.l.</i>			*****		
<i>Scilla bifolia</i>			*****		
<i>Fulmaria obscura</i>			*****		
<i>Prunella elaeagnus</i>			*****		
<i>Ribes nigrum</i>					
<i>Carex lasiocarpa</i>				*****	
<i>Thelypodium palustre</i>					
<i>Salix fragilis</i>					
<i>Alnus glutinosa</i>	*****				
<i>Crataegus laevigata</i>					
<i>Rosa arvensis</i>				□□□□□□□□	□□□□□□□□
<i>Potentilla sterilis</i>					
<i>Corydalis cava</i>				*****	
<i>Anemone ranunculoides</i>				*****	
<i>Ranunculus auricomus</i>					
<i>Cardamine pratensis</i>					
<i>Melandrium rubrum</i>					
<i>Mercurialis perennis</i>					
<i>Mercurialis perennis</i>					
<i>Dactylis polygama</i>			*****	*****	*****
<i>Alnus incana</i>			*****	*****	*****
<i>Prunus padus</i>					

GROUPEMENT

VÉGÉTAUX

FORESTIERS

CONCERNÉS

Quercus
Ulmenum
(Ulmenon
Alno-Ulmenon)
Salix
Populeum
(Solicum
albar)

Quercus
Ulmenum
Curtis adone
Tiliacum
(transitions
Ulmenon-
Carpinon)

Carpinon
avec introg.
Ulmenon

Prunus
Fraxinetum
(Alnus
glutinoso-
incana,
Alno-
Ulmenon)
Races allu-
viales du
Stellario-
Carpinon
(Carpinon)

Prunus
Fraxinetum
(Alnus
glutinoso-
incana,
Alno-
Ulmenon)
Races allu-
viales du
Stellario-
Carpinon
(Carpinon)

s'ajoutera au réseau rhénan dans le cadre du schéma des réserves biogénétiques «forêts alluviales d'Europe» constitué par le Conseil de l'Europe.

L'acquisition collective des derniers vestiges prairiaux des anciens marais du Ried Central permettrait enfin de sauver les 63 espèces de plantes en cours d'extinction et surtout les biotopes.

Le Grand Ried constitue un patrimoine scientifique et pédagogique aux ressources à peine encore exploitées. Donnons pour terminer à titre d'exemple un tableau simplifié (Tableau 4) de vicariances écologiques de plantes forestières à travers les unités naturelles majeures du Grand Ried.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUMGART (G.) 1982. — Amphibiens. Encyclopédie d'Alsace, vol. 1, p. 193-197.
- BERNARD (A.) et CARBIENER (R.) 1979. — Étude des écotypes d'espèces collectives pratiquement infodées aux prairies subalpines primaires (Calamagrostion arundinaceae) des Hautes Vosges. Comparaison aux taxons collinaires et plantaires correspondants de la région Alsace. 1ère partie. Les taxons à affinité subatlantique. *Doc. phytosociol.* 4, p. 1065-1079. 2ème partie : les taxons à affinité continentale. *Doc. Phytosociol.* 5, p. 375-408, Lille.
- BOUDOT (J.P.) et HOFF (M.) 1978. — Carte phytosociologique feuille Strasbourg 1/100 000. Rapport études «Ressources Naturelles et Aménagement en Alsace». Établissement Public Régional - Université Strasbourg I.
- CARBIENER (R.) 1967. — Un poisson menacé de disparition dans la plaine du Rhin, par suite de la construction du Grand Canal d'Alsace : L'Ombre commun (*Thymallus thymallus*). *Bull. Assoc. Philom. Als.* 10, p. 27-30.
- CARBIENER (R.) 1969 a. — Le Grand Ried d'Alsace. Écologie d'un paysage. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse* n° 734, p. 15-44.
- CARBIENER (R.) 1969 b. — Aperçu sur quelques effets de la pollution des eaux douces de la zone tempérée sur les biocénoses aquatiques. *Bull. Sect. Geogr. Biblioth. Nat. Paris*, 80, p. 45-132.
- CARBIENER (R.) 1970. — Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan (Fraxino-Ulmum Oberd. 53). Intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermohygrophiles. *Vegetatio*, 20, p. 97-148.
- CARBIENER (R.) 1974. — Die linksrheinischen Naturräume und Wäldern der Schutzgebiete von Rheinau und Daubensand (Frankreich) : eine pflanzensoziologische und landschaftsökologische Studie. In : Das Taubergessengebiet, *Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs*, 7, Ludwigsburg p. 438-515.
- CARBIENER (R.) 1977. — Serious mercury pollution of the Rhine and its Tributaries in Alsace proved by ecological evidence : the role of fish and birds of prey as detectors. *Proceed. Sympos. Vegetation Sc. and Environmental Protection*, Tokyo p. 201-206.
- CARBIENER (R.) 1978 a. — Un exemple de prairie hygrophile primaire juvénile : l'Oenanthe lachenalii «Molinietum de la zonation d'atterrissement rhénane résultant des endiguements du XIX» en Alsace. *Colloques Phytosociolog.* 5, Lille, p. 13-42.
- CARBIENER (R.) 1978 b. — Des forêts ou des champs d'arbres ? *Naturpola*, 31, Conseil de l'Europe, Strasbourg, p. 10-13.
- CARBIENER (R.) 1978 c. — Étude écologique de la pollution par le mercure du Bassin du Rhin en Alsace et de son évolution 1973-77. Établ. Public Régional - Université Strasbourg I, 152 p.
- CARBIENER (R.) 1979. — Les marteaux et ourlets des lisières forestières de l'Ulmenion (forêts alluviales rhénanes) comparés aux marteaux et ourlets de l'Alenion glutinoso-incanum (forêts alluviales de la dépression marginale). *Communic. 8^e Coll. Intern. Phytosoc.* Lille. Non encore publiée.
- CARBIENER (R.) 1981. — Der Beitrag der Hutpilze zur soziologischen und synökologischen Gliederung von Auen- und Feuchtwäldern. Ein Beispiel aus der Oberrheinebene. *Berichte Internat. Sympos. Intern. Ver. Vegetationsk., Syntaxonomie (Vaduz)*, p. 497-531.
- CARBIENER (R.) 1982. — «Brunnenwasser» (rivières phréatiques). *Encyclop. d'Alsace*, vol. 2, Strasbourg, p. 891-900.
- CARBIENER (R.) et SCHAAL (J.) 1972. — Excursion dans le Ried Centre-Alsace, zone Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 53, p. 12-24.
- CARBIENER (R.), OURISSON (N.) et BERNARD (A.) 1976. — Premières notes sur les relations entre la répartition des champignons supérieurs et celle des groupements végétaux dans les forêts de la plaine d'Alsace entre Strasbourg et Selestat. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 55, p. 3-36.
- CARBIENER (R.) et KAPP (E.) 1981. — La végétation à *Potamogeton coloratus* Vahl, phytocénose oligotrophe très menacée des rivières phréatiques du Ried d'Alsace. *Berichte Internat. Ver. Vegetationsk., Gefährdete Vegetation und ihre Erhaltung (Vaduz)*, p. 585-600.
- DIERSCHE (H.) 1974. — Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortgefüge an Waldrändern. *Scripta Geobotanica*, Göttingen, 246 p.
- HIRTH (C.) 1972. — Éléments d'explication à la formation des Rieds ello-rhénaux au Nord de Colmar. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 54, p. 21-44.
- HOFF (M.) 1978 a. — Premier aperçu sur les groupements végétaux de la petite Camargue alsacienne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 56, p. 3-26.
- HOFF (M.) 1978 b. — Dynamique de la végétation alluviale au bord des rivières vosgiennes en Alsace. *Ibid.* p. 61-90.
- ISSLER (E.) 1924. — Les associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante. 1. Les forêts d'arbres feuillus. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 17, p. 3-67.
- ISSLER (E.) 1932. — Les prairies non fumées du Ried ello-rhénaux et le Mesobrometum du Haut-Rhin. *Ibid.* 23, p. 44-29.
- JUGET (J.) et ROUX (A.L.) 1982. — Une île du Rhône, zone humide en position de lisière dans l'espace et dans le temps. *Bull. Ecologie*, 13, p. 109-124.
- KOHLER (A.) 1971. — Zur Ökologie submerger Gefäß-Makrophyten in Fließgewässern. *Ber. Dtsch. bot. Ges.*, 84, Stuttgart, p. 713-720.
- KRAUSE (A.) 1976. — Gehölzgewuchs als natürlicher Uferschutz an Bächen des Hugel- und unteren Berglands. *Natur u. Landschaft (Stuttgart)* 51, p. 196-199. Voir aussi K. et LOHMEYER *Ibid.*, 53, p. 200-202.
- KRAUSE (W.) 1974. — Das Taubergessengebiet, Beispiel jüngster Standortgeschichte in der Oberrheinaue, Das Taubergessengebiet, eine Rheinaulandschaft. Ludwigsburg, *Naturschutzgeb. Bad.-Württ.*, vol. 7, p. 147-171.

- LABORATOIRES de Botanique-Cryptogamie (Pharmacie) et Écologie Végétale (Vie et Terre). Univ. Strasbourg I, 1980. — Le Ried Centre-Alsace, zone humide en position de lisière dans l'espace et dans le temps. Convention Environnement et Cadre de Vie, 313 p.
- LOHMEYER (W.) et TRAUTMANN (W.) 1974. — Zur Kenntnis der Waldgesellschaften des Schutzgebietes Taubergiessen. Dans Taubergiessengebiet, eine Rheinauenlandschaft. Ludwigsburg *Naturschutzgeb. Bad.-Württ.* vol. 7, p. 422-437.
- MIGAYROU (J.) 1982. — Les échanges nappe-rivière dans la plaine d'Alsace. *Saisons d'Alsace*, 26, n°77 «L'eau en Alsace», p. 52-55.
- MULLER (T.) 1974. — Gebüschgesellschaften im Taubergiessengebiet. Das Taubergiessengebiet (ouvr. cité) p. 400-421.
- RASTETTER (V.) 1971. — Aspect de la végétation de la plaine haut-rhinoise entre Huningue et Blodelsheim. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, n°745, p. 15-27.
- ROBERTSON (P.A.), WEAVER (G.T.) et CAVANAUGH (J.A.) 1978. — Vegetation and tree species patterns near the northern terminus of the southern floodplain forest. *Ecological Monographs*, 48, p. 249-267.
- SCHNITZLER (A.) et CARBIENER (R.) 1983. — La forêt d'Ichtratzheim, exemple d'une forêt de l'III. Étude de l'histoire stationnelle et de l'évolution d'une forêt du Ried Gris Nord. *Bull. Assoc. Philomat. Als.*, 19, p. 107-171.
- TRENDEL (J.) et CARBIENER (R.) 1979. — Premiers résultats d'une étude de la mycoflore de macromycètes de lisières de forêts et d'arbres isolés dans les prairies du Grand Ried d'Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 56, p. 27-60.
- WALTER (J.M.) 1974. — Les dernières forêts alluviales rhénanes en Alsace-Bade. *Bull. Assoc. Philomat. Als.*, 15, 101-112.
- WALTER (J.M.) 1976 a. — La forêt, sa genèse cyclique. *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, n°765, p. 17-30.
- WALTER (J.M.) 1976 b. — Arbres et forêts alluviales du Rhin. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 55, p. 37-88.
- WALTER (J.M.) 1979. — Étude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. *Oecologia Plantar*, 14, 345-359 et 404-410.
- WALTER (J.M.) 1982. — Architectural profiles of flood-plain forests in Alsace. Ber. Inter. Sympos. Struktur und Dynamik von Wäldern (Vaduz), p. 187-234.
- WILMANN (O.) 1978. — Ökologische Pflanzensoziologie, 2e éd. Heidelberg, 351 p.

LES OISEAUX DE LA RÉSERVE NATURELLE DE SCANDOLA (CORSE) : INVENTAIRE ET STRUCTURE DES PEUPELEMENTS

par Jean-Louis MARTIN

C.E.P.E. Louis Emberger, B.P. 5051, F-34033 MONTPELLIER Cedex

et Jean-Claude THIBAUT

Parc Naturel Régional de Corse, B.P. 417, F-20184 AJACCIO Cedex

MOTS-CLÉS : Oiseaux, Corse, Réserve, inventaire, structure des peuplements.

KEY-WORDS : Birds, Corsica, Sanctuary, community composition and structure

RÉSUMÉ

Ce travail se propose de dresser un inventaire des espèces d'oiseaux nicheurs de la Réserve Naturelle de Scandola (Parc Naturel Régional de la Corse) et de présenter la composition et la structure des peuplements d'oiseaux terrestres. Une liste commentée des espèces donne le statut et la répartition de la plupart des espèces de non passereaux. L'étude des autres espèces (passereaux principalement) est abordée au travers de l'analyse de la structure des peuplements qu'ils constituent. Une attention particulière est accordée à la ségrégation spatiale des fauvettes du genre *Sylvia* et à l'utilisation du volume végétal du maquis par des espèces qui sont forestières sur le continent.

L'évolution possible des peuplements terrestres en fonction des changements intervenant dans le couvert végétal est abordée en guise de conclusion.

SUMMARY

Inventary and Structure of the Bird Communities in the Nature Sanctuary of Scandola (Corsica)

An inventory of the breeding bird fauna in the Nature Sanctuary of Scandola, Corsica, has been compiled in this paper. The distribution and the abundances of the sea-birds and of most of the non passerine land-birds (among them the raptors) are described. The passerine land birds are studied through the analysis of the structure and the composition of the communities to which they belong. Special interest is given to the spatial segregation observed between the *Sylvia* warblers as well as to the spatial use of the maquis vegetation by a group of land birds which are restricted to the forests on the mainland, i.e. mainly the species of tits.

The possible consequences of future vegetational changes on the bird-fauna are briefly discussed.

I — INTRODUCTION

La presqu'île de Scandola a été signalée dès 1967 comme zone naturelle à protéger de façon prioritaire (Anon. 1967). Elle fut classée en Réserve Naturelle le 9 décembre 1975.

Si l'on savait qu'elle abritait des espèces spectaculaires, comme le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*, la motivation principale du classement tenait plus à la majesté du site qu'à la protection des espèces animales ou végétales. Ce n'est que plus tard, en particulier avec la création du Comité Scientifique de la Réserve de Scandola, que des travaux ont mis en évidence ses intérêts biologiques et écologiques.

La réserve comprend une partie marine (1.000 ha) et une partie terrestre (916 ha, ca. 18 km de côtes) située sur la

commune d'Osani

Grâce à sa superficie importante et aux types de milieux protégés (falaises et maquis arborescents), la Réserve constitue une excellente zone de référence pour l'étude des biocénoses de l'étage méditerranéen inférieur. Le seul autre espace protégé de ce type et d'une aussi vaste superficie en Méditerranée est le Parc National de Port-Cros (BESSON 1975, GALLNER et MARCHETTI 1977). Les autres espaces protégés sont des îles de petite superficie dont la vocation est d'abord de préserver des colonies d'oiseaux de mer, Monte Christo (PAVAN 1976), Lavezzi et Cerbicale...

De nombreux travaux ont déjà été publiés sur la Réserve. ANTONA *et al.* (non daté) font une revue générale des études effectuées jusqu'en 1980., ainsi qu'une présentation des milieux terrestres et marins.

Les observations d'oiseaux dans la presqu'île sont très récentes. Il ne semble pas que les naturalistes du siècle dernier ou du début du siècle aient visité la région. À part le baguage de quelques cormorans huppés et l'observation de balbuzards reproducteurs réalisés en 1966 par Madame GARRY, il faut attendre les années 1970 pour avoir les premiers relevés sur l'avifaune (Olivier LE BRUN en 1971, Alain FORMON en 1973 et Michel BROSSELIN en 1975). Depuis 1973, les agents de la Réserve collectent des données lors de leurs tournées de surveillance, mais c'est en 1978 que sont entrepris des relevés plus systématiques sur les oiseaux marins et les balbuzards reproducteurs. L'installation dans la tour d'Elbo d'équipes d'observateurs bénévoles, représentants du Fonds d'Intervention pour les Rapaces, pour surveiller les aires a permis de rassembler de nombreux renseignements sur l'avifaune. En 1978, le Parc confia un travail d'inventaire des

oiseaux à Guy JANIN (manuscrits = ms). En 1979, à la création du Comité Scientifique de la Réserve, Paul ISEN-MANN, fut désigné responsable des travaux sur les Vertébrés. C'est sous sa responsabilité qu'Olivier PINEAU (ms), puis Jean-Louis MARTIN effectuèrent des missions d'étude à Scandola, respectivement en 1980 et 1982.

Il s'agit, dans ce travail, de dresser, dans une première partie, l'inventaire des espèces d'oiseaux terrestres et marins nicheurs, visiteurs ou hivernants. Nous insisterons tout spécialement sur le statut, les effectifs et la répartition d'un certain nombre d'espèces, principalement des non passe-raux.

Dans une seconde partie les peuplements d'oiseaux nicheurs terrestres du maquis, principalement des passe-raux, feront l'objet d'une analyse écologique.

Enfin, nous tenterons de proposer des scénarios sur l'évolution parallèle, passée et à venir, de l'avifaune et du milieu

II — MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 — PRÉSENTATION DU MILIEU

Située sur la côte nord-occidentale de la Corse (Fig. 1), la presqu'île de Scandola fait partie d'un complexe volcanoplutonique. Son relief est très tourmenté et culmine à 560 m (Capu Percile). On n'y trouve aucun cours d'eau permanent, mais plusieurs sources ne se tarissent pas en été.

À Scandola la physionomie de la seule vallée d'Elbo, avec ses bergeries à l'abandon, comme les restes des quelques sentiers qui sillonnent la presqu'île permettent d'imaginer l'ampleur des activités humaines passées. Deux tours génoises, l'une sur un promontoire rocheux dans la vallée d'Elbo, l'autre sur l'île de Gargalo, dont la construction se situe au milieu du XVIII^e siècle (MERIA 1969), montrent que la présence de l'homme est ancienne.

RUGGIERI (1981) a retracé l'histoire récente des activités humaines. Pour les implications possibles que le passé a pu avoir sur l'évolution des milieux, il est utile d'en rappeler brièvement les grands traits.

Treize aires de battage du blé, bien réparties sur l'ensemble de la presqu'île témoignent de l'importance qu'avaient prises les cultures céréalières entre 1820 et 1870. Dans la vallée d'Elbo l'abandon des vignes et des vergers est plus récent, se situant dans les trente dernières années.

Il est possible que des troupeaux de caprins, originaires du Niolo, aient transhumé en hiver à Scandola, bien avant la fin du XVIII^e siècle. Au XIX^e siècle, les éleveurs fixés à Girolata avaient des troupeaux dans la presqu'île. Le dernier transhumant quitta Elbo dans les années 1940. Un Girolatais visitait régulièrement la vallée jusqu'en 1980 pour rassembler un petit troupeau de vaches et s'occuper d'une vigne.

Enfin trois années d'exploitation intensive du charbon de bois aux alentours de 1930 entraînèrent un déboisement important.



FIG. 1. — Situation générale de la Réserve de Scandola.

L'exploitation humaine et le relief tourmenté sont à l'origine de la grande hétérogénéité du paysage végétal qui se présente sous la forme d'une mosaïque composée par différents stades d'évolution du maquis. On distingue schématiquement, des Cistaies basses sur les crêtes, qui font place, sur les versants, à un maquis plus élevé où dominent la Bruyère arborescente *Erica arborea* et l'Arbousier *Arbutus unedo*. Dans les fonds de vallées et les thalwegs la végétation tend vers une formation arborée à Chêne vert *Quercus ilex* ou, plus souvent, à Arbousier.

Les côtes sont surtout formées de falaises escarpées et de versants abrupts où pousse une végétation clairsemée.

L'îlot de Gargalo se distingue du reste de la Réserve par sa plus grande aridité et par l'absence de toute végétation arborescente.

2 — INVENTAIRE DES ESPÈCES

Les effectifs d'oiseaux marins nicheurs et du Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus* sont recensés chaque année depuis 1978.

L'Épervier d'Europe *Accipiter nisus* fait l'objet d'une étude particulière qui a amené son responsable, O. PATRIMONIO, à rechercher des nids à Scandola.

Les colonies côtières de martinets (*Apus pallidus* et *A. melba*) furent localisées au cours de l'été 1978.

Enfin le reste de l'avifaune a été recensé, soit à l'aide de notes éparpillées recueillies par différents observateurs, soit au cours de l'étude sur les oiseaux du maquis entreprise par J.L. MARTIN.

3 — ANALYSE ÉCOLOGIQUE DES PEUPELEMENTS D'OISEAUX NICHEURS DANS LES MILIEUX TERRESTRES

3.1. Les méthodes d'échantillonnage

L'ensemble de la Réserve a été prospecté au printemps 1982 en se basant sur la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.) par points d'écoutes de 20 mn (BLONDEL 1975). Dans cette méthode l'observateur visite une série de points tirés au hasard. En chaque point il note un certain nombre des caractéristiques du milieu ainsi que les espèces d'oiseaux qu'il aura vues ou entendues pendant un laps de temps de 20 mn. Chaque point est visité une seule fois. L'échantillonnage qui a été effectué est de type systématique afin d'obtenir une couverture homogène de l'ensemble de la Réserve.

L'échantillonnage fréquentiel permet le calcul d'un certain nombre de paramètres renseignant l'observateur sur la richesse en espèces et le degré de complexité des peuplements.

Quarante points d'écoute ont ainsi été effectués entre le 17 mai et le 1er juin 1982 ceci dans des conditions optimales (absence de vent et durant les 5 heures après le lever du soleil).

Six relevés ont été réalisés, à la même époque, sur l'îlot de Gargalo.

Les relevés effectués par E.F.P. ne donnent une image exacte de l'avifaune nicheuse que si certaines précautions d'échantillonnage sont prises. Il faut notamment répartir les relevés sur l'ensemble de la saison de nidification, afin d'avoir autant de chances d'observer les espèces à nidification précoce (espèces sédentaires) que les espèces à nidification tardive (espèces migratrices) (BLONDEL 1975).

Les impératifs d'ordre pratique qui nous ont amenés à ne pas être présent à Scandola durant le début de la période propice aux E.F.P. risquent donc d'introduire un biais défavorable à la détection des espèces à nidification précoce. Il faut toutefois le relativiser en se rappelant, qu'en Corse, la nidification des passereaux sédentaires est beaucoup plus tardive que sur le continent (de l'ordre de 4 à 5 semaines pour les mésanges, BLONDEL *et al.* 1980, ISENMANN 1982, MICHELLAND 1982). L'activité vocale de ces espèces est, de ce fait, maintenue à un niveau d'intensité élevé jusqu'à assez tard dans la saison.

Pour éviter toute ambiguïté et pour tenir compte des biais dus aux contraintes de l'étude ou inhérents à la nature même de ce type d'échantillonnage (saturation des différences de densité due à la notation en fréquences, biais provenant de la réaction de chaque espèce à la méthode de comptage, sous-estimation des espèces précoces) il faut souligner que les résultats présentés ci-dessous ne concernent que les espèces du peuplement accessibles par cette méthode et actives lors de la période de collecte des données. Cette fraction représente toutefois la majorité des espèces nicheuses de ces milieux comme l'indique la comparaison entre les données obtenues lors de ces comptages avec celles des différents inventaires effectués sur la réserve.

Nous avons classé les relevés en quatre groupes en fonction de certains critères de la végétation. Chacun de ces groupes correspond à un type de maquis. Nous nous sommes efforcés de minimiser l'effet de lisière que risquait d'entraîner l'imbriication complexe de ces «micro-biotopes».

Les quatre types de physiognomie du maquis sont définis dans le tableau 1. Ils ont été rangés selon un gradient de structure allant d'un toit de la végétation bas à un toit élevé.

Chacune des classes obtenues ne contient qu'un nombre restreint de relevés. Les distributions de fréquences des espèces dans les différentes classes ne pourront pas de ce fait, être très précises. Nous verrons toutefois que les variations observées, confrontées aux résultats déjà publiés par ailleurs permettent de se faire une idée relativement exacte de la distribution des espèces dans les différents types de physiognomie du maquis.

La prospection par points d'écoute a été complétée par une série d'observations visant à décrire, quantifier, et comparer l'utilisation du volume végétal par les espèces d'oiseaux. Le protocole de collecte de ces données est décrit dans un autre travail (MARTIN en prép.).

3.2. Les paramètres du peuplement

Le degré de précision, avec lequel la richesse réelle en espèces d'un peuplement d'oiseaux est sous-estimée par la

richesse totale observée dans une série de N points d'écoute, notée SN, est évaluée par la pente a/N (FERRY 1976) de la courbe de la richesse cumulée (BLONDEL 1975).

Chacune de ces courbes est accompagnée par une série de

paramètres servant à définir l'échantillon, à savoir, la richesse totale observée (SN), le nombre de relevés effectués (N), et la richesse moyenne, $\bar{x}$, qui correspond au nombre moyen d'espèces observées par point d'écoute

TABLEAU I
Définition des quatre types de physionomie du maquis de Scandola

T = toit moyen des stations, H.M. = hauteur maximale moyenne des stations
R = recouvrement moyen de H.M., S.N. = pourcentages moyen du sol nu.
E.D.V.1 = première espèce végétale dominante pour l'échantillon, E.D.V.2 = deuxième espèce végétale dominante.
C.m. = *Cistus monspeliensis*, E.a. = *Erica arborea*, A.u. = *Arbutus unedo*, d = divers, O = écarts types

	T	O	H.M	O	R	O	S.N.	O	EVD1	EVD2
I Maquis très bas	0,7	0,2	2,3	0,8	6	6,2	14	9,4	C.m	d
II Maquis bas	1,3	0,3	3,5	0,8	7	6,6	9	7,7	C.m.	d
III Maquis haut	1,9	0,2	4,4	0,7	6	5,4	12	13,5	E.a, C.m.	A.u, d
IV Maquis arbore	3,2	0,5	4,5	0,8	<10	—	24	30,4	A.u.	E.a

Les courbes de raréfaction (SANDERS 1968, SIMBERLOFF 1978, JAMES & RATHBUN 1981) nous donnent le nombre d'espèces qu'il est probable d'observer en fonction de la taille de l'échantillon ainsi que les limites de confiance de cette estimation. Cette dernière est déduite de la structure de l'échantillon collecté. La taille de l'échantillon correspond, ici, au nombre de contacts réalisés dans l'ensemble des relevés, c'est-à-dire à la somme des fréquences absolues des espèces. Ces courbes permettent d'établir une hiérarchie des zones étudiées en fonction de leur richesse totale réelle en espèces même si cette dernière n'est pas connue avec exactitude.

La fréquence d'observation d'une espèce dans une série de relevés de 20 mn peut être représentée par sa fréquence centesimale, FC, qui est égale à sa fréquence absolue, FA, ramené à 1.

Lorsque le secteur étudié est divisé en sous-unités constituant une partition d'un *continuum* de structure du milieu, comme c'est le cas des maquis étudiés, on peut analyser la répartition de chaque espèce dans l'ensemble des classes définies. On utilise pour cela le barycentre de l'espèce pour la variable étudiée (DAGET 1977, BLONDEL 1981) qui est égal à :

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n id_i}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

où i est le numéro de classe pour les n classes définissant une partition du *continuum* et d_i la proportion des observations de l'espèce dans la classe i et seulement si le profil de distribution des fréquences centesimales des espèces dans les classes du gradient de milieu précise l'information apportée par le barycentre.

3.3. Analyse de l'utilisation du volume végétal par les oiseaux lors de la recherche de nourriture.

L'utilisation spatiale de la végétation pour la recherche de nourriture sera étudiée pour un groupe de 11 espèces. Cet ensemble est composé par les fauvettes, les 4 espèces de mésanges nichant dans le maquis corse, le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* et le Roitelet triplebande *Regulus ignicapillus*, c'est-à-dire les principales espèces exploitant le feuillage dans les milieux étudiés.

Les résultats sont présentés, pour chaque espèce, sous la forme d'un nuage de points situé sous la bissectrice partant le quart de plan délimité, en abscisse, par la hauteur totale de l'individu végétal sur lequel l'oiseau est observé, en ordonnée par la hauteur à laquelle l'oiseau est observé.

La répartition des centres de gravité de ces nuages permet de définir une position moyenne pour l'espèce, à condition que le nuage ait une structure relativement «continue».

La dispersion des points du nuage donne un aperçu de l'amplitude d'utilisation du volume végétal par l'espèce.

III — RÉSULTATS ET DISCUSSION

1 — INVENTAIRE ET ÉVOLUTION DES EFFECTIFS

1.1. Généralités

L'avifaune de la Réserve de Scandola comprend 37 espèces nicheuses (37 pour la presqu'île et 8 pour l'îlot de Gargalo). Il convient de leur ajouter un nicheur irrégulier et quatre

nicheurs possibles pour lesquels on manque d'informations. L'avi-faune de passage ou hivernante comprend, elle aussi, 37 espèces

Ces résultats sont présentés sous la forme de tableaux, le tableau 2 pour les oiseaux nicheurs, le tableau 3 pour les oiseaux de passage et les hivernants.

Dans l'état actuel de nos connaissances deux espèces d'oiseaux marins seulement nidifient à Scandola (tabl. 2) : le Cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis* et le Goéland leucophaea *Larus cachinnans*, alors que la Corse en possède quatre autres, à savoir le Puffin cendré *Calonectris diomedea*, l'Océanite tempête *Hydrobates pelagicus*, le Goéland d'Audouin *Larus audouinii*, et, du moins autrefois, le Puffin des Anglais *Puffinus puffinus*.

Les principales colonies d'oiseaux de mer sont en fait situées sur des chapelets d'îles (Lavezzi, Cerbiciale) où la topographie moins accidentée du terrain et l'absence de prédateurs tels que *Rattus rattus*, *Felis lybica*, *Vulpes vulpes*, rendent la reproduction des oiseaux marins plus facile et plus sûre. Il est possible, enfin, que l'absence de hauts fonds dans les eaux de la Réserve soit un élément favorable à l'alimentation de ces espèces.

A ces conditions du milieu il faut ajouter l'impact qu'a pu avoir la tradition de collecte des oeufs et des poussins, active jusque dans les années 1950. Celle-ci a pu non seulement contribuer à une limitation des effectifs mais entraîner également des extinctions locales.

Pour les oiseaux terrestres la comparaison des données du tableau 2 avec les résultats obtenus par FERRY *et al.* (1976) dans la vallée du Fango montrent que les peuplements d'oiseaux terrestres notés à Scandola sont très voisins de ceux qui sont observés en dehors de la presqu'île dans des milieux analogues. Les quelques différences qui peuvent être relevées s'expliquent aisément par la plus grande homogénéité du maquis de Scandola et par des effets de lisières dans les biotopes de la vallée du Fango. Seule l'absence du Coucou gris *Cuculus canorus* reste inexpliquée.

1.2. Liste commentée d'un certain nombre d'espèces

● Puffin cendré *Calonectris diomedea*

Indiqué comme « nicheur possible » sur les cartes d'Osani et de Gaïena dans l'Atlas des Oiseaux nicheurs de France (YEATMAN 1976). Toutefois, les prospections menées aux périodes favorables entre 1978 et 1981 se sont révélées négatives. Il est certain que des sites en apparence favorables ne manquent pas sur l'île de Gargalo.

Des oiseaux fréquentent la partie marine de la Réserve au printemps et en été. Les variations d'effectifs, de quelques sujets à quelques dizaines, suivant les jours, sont probablement liées à des déplacements des sources de nourriture.

● Puffin des Anglais *Puffinus puffinus*

Indiqué comme « nicheur possible » sur les cartes d'Osani et de Gaïena (YEATMAN 1976), pourtant aucun site de reproduction n'a été découvert au cours de la période 1978-1981

TABLEAU 2
Liste des oiseaux nicheurs

ESPECE	PRESQU'ILE	GARGALO
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	+	+
<i>Accipiter nisus</i>	+	
<i>Buteo buteo</i>	. 07	
<i>Pandion haliaetus</i>	+	
<i>Falco peregrinus</i> 1	0 02	Occ
<i>Falco tinnunculus</i> 1	0. 02	
<i>Alectoris rufa</i>	+	
<i>Coturnix coturnix</i>	+	
<i>Larus cachinnans</i>	+	+
<i>Columba livia</i>	+	. 17 *
<i>Sireptopelia turtur</i>	+	
<i>Otus scops</i>	+	
<i>Apus paludus</i>	+	+
<i>Apus melba</i>	+	+
<i>Merops apiaster</i>	. 05 **	
<i>Dendroscopus major</i>	. 05	
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	+	
<i>Moacilla alba</i>	Occ	
<i>Anthus campestris</i>	. 02	
<i>Troglodytes troglodytes</i>	. 72	. 33
<i>Turdus merula</i>	. 55	
<i>Monticola solitarius</i>	. 15	
<i>Eriophaga rubecula</i>	. 92	
<i>Sylvia atricapilla</i>	. 47	. 17 *
<i>Sylvia cantillans</i>	. 72	
<i>Sylvia melanocephala</i>	. 25	. 50
<i>Sylvia undata</i>	. 30	
<i>Sylvia sarda</i>	. 37	. 50
<i>Regulus ignicapillus</i>	. 42	
<i>Muscicapa striata</i>	. 20	. 66
<i>Aegithalos caedatus</i>	. 27	
<i>Parus major</i>	. 65	
<i>Parus caeruleus</i>	. 52	
<i>Parus ater</i>	. 52	
<i>Certhia familiaris</i>	*	
<i>Garrulus glandarius</i>	. 20	
<i>Corvus corax</i> 1	. 10	
<i>Fringilla coelebs</i>	. 87	
<i>Serinus «citrinella» corsicana</i>	. 32	. 17 *
<i>Carduelis carduelis</i>	. 02 *	. 33 *
<i>Carduelis chloris</i>	*	
<i>Carduelis cannabina</i>	. 02 *	
<i>Emberiza citrula</i>	. 20	

LEGENDE : + : Nicheur non observé dans les points d'écoute
 Nombres : Fréquences centésimales dans une série de points d'écoute

Nombres sans spécification : Fréquence d'observations dans les points d'écoute pour une espèce nicheuse.

* : Nicheur possible.

** : Non nicheur contacté dans les points d'écoute

Occ : Nicheur occasionnel.

1 : Espèce non prise en compte dans l'étude des peuplements

Du mois de novembre au mois de juin le Puffin des Anglais fréquente la partie marine de la Réserve par unité ou par bandes comptant parfois quelques centaines d'individus. En

hiver et au début du printemps des groupes d'effectifs variables stationnent à environ un mille nautique de la côte au large de la baie d'Elpanera

● **Cormoran huppé** *Phalacrocorax aristotelis*

Nicheur bien répandu le long des côtes et sur les îlots de la Corse (THIBAUT et GUYOT 1981). La population

nicheuse de Scandola représente 10 à 20 % des effectifs de l'île au cours de la période 1980-1981. Le nombre de couples compris entre 50 et 100 en 1978-1979 a chuté à 35 couples en 1980 pour remonter à 150 couples pour 1981 (tabl. 4). Les causes de ces variations sont mal expliquées. Elles correspondent toutefois à des déplacements d'adultes d'une colonie à l'autre et à une absence de reproduction des cormorans certaines années (L. GUYOT, en prép.).

TABLEAU 3
Liste des oiseaux migrateurs, hivernant et visiteurs

ESPÈCE	STATUT	DATE	LOCALISATION
<i>Calonectris diomedea</i>	Rég.	III — X	Partie marine de la Réserve
<i>Puffinus puffinus</i>	Rég. Irrég.	XI — VI VII — X	Partie marine de la Réserve Partie marine de la Réserve
<i>Sula bassana</i>	Occ.	1 ex : II 80, VI 82	Partie marine de la Réserve
<i>Legreya garzetta</i>	Occ.	1 ex : 27 VII 80, 21 IX 82	Côtes rocheuses
<i>Ardeola railloides</i>	Occ.	1 ex : 13 VI 80	Gargalo
<i>Ardea cinerea</i>	Prob. rég.	1 ex : 15 V 80	Embouchure Elbo
<i>Peris apavorus</i>	Rég.	VI	Crêtes
<i>Gypaetus barbatus</i>	Occ.	1 juv. : 10 VII 79	Crêtes de Solana
<i>Agelaius chrysactis</i>	Rég.	Toute l'année	Crêtes
<i>Circus gallicus</i>	Occ.	1 ex : 21 VI 79	Crêtes
<i>Accipiter gentilis</i>	Occ.	Toute l'année	Toute la Réserve
<i>Falco eleonorae</i>	Occ.	1 ex : 20 VI et 7 VII 81	Baie d'Elbo
<i>Aetides hypoleucos</i>	Rég.	IV-I, VI-IX	Côtes rocheuses
<i>Larus audouinii</i>	Prob. rég.	Toute l'année	Côtes et partie marine
<i>Alca torda</i>	Occ.	1 ex : XI 78 et XII 79	Golfe de Girolata
<i>Fratrula arctica</i>	Prob. rég.	I-10 ex. II 80, 81 et 82	Partie marine
<i>Columba palumbus</i>	Rég.	Hiver	Chênes verts
<i>Apus apus</i>	Rég.	Été	Elbo
<i>Cuculus canorus</i>	Prob. rég.	1 mort VI 79 1 ex : V 82	Port, Elbo
<i>Tyto alba</i>	Inconnu	VI-VIII probablement toute l'année	Elbo
<i>Alcedo atthis</i>	Occ.	1 ex : 28 VII 81	Grotte Palazzo
<i>Merops apiaster</i>	Rég.	Été	Elbo
<i>Upupa epops</i>	Rég. ?	1 ex : VII 78	Elbo
<i>Hirundo rustica</i>	Rég.	Printemps, été	Elbo
<i>Delichon urbica</i>	Rég.	Printemps, été	Elbo
<i>Motacilla alba</i>	Rég.	Hiver-printemps	Elbo
<i>Motacilla cinerea</i>	Irr.	1 ex : 21 VI 81	Côtes de Palazzo
<i>Prunella modularis</i>	Hivernant rég.	XI, III	Maquis
<i>Prunella collaris</i>	Hivernant rég.	II, III	Falaises, grottes
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Mig.	Rég. printemps	Elbo
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Hivernant rég.	II, III	Falaises, grottes
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Mig. rég. ?	V	Elbo
<i>Saxicola rubetra</i>	Mig. rég. ?	IV-V	Elbo
<i>Luscinia philomelos</i>	Hivernant rég.	Maquis	
<i>Sylvia conspicillata</i>	Mig. occ.	1 ex : V 80	Elbo
<i>Phylloscopus Bonelli</i>	Mig. occ.	1 ex : V 80	Elbo
<i>Phylloscopus collybita</i>	Hivernant rég.	V-IV	Maquis
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Mig. rég.	IV-VII	Elbo
<i>Troglodytes muralis</i>	Hivernant	II, III	Falaises
<i>Lanius senarior</i>	Mig. rég. ?	V 80 et 81	Elbo
<i>Lanius collurio</i>	Mig. rég. ?	V-VI	Elbo
<i>Pyrhonorax graculus</i>	Occ.	1 ex : 17 VII 81	Elbo

LÉGENDE : Chiffres romains : Mois ; Occ. : Visiteur ou migrateur occasionnel ; Rég. : Visiteur ou migrateur régulier

TABLEAU 4
Effectifs des cormorans huppés *Phalacrocorax aristotelis*
Nichant dans la Réserve naturelle de Scandola (d'après GUYOT inédit)

LOCALITÉS	1978	1979	1980	1981	1982
Elpa Nera	3 — 5	9	3	8 — 9	—
Palazzu	2 — 3	8	3	5 — 6	≥ 6
Terre face Gargalo	3	2	—	6	7 — 8
Gargalo	40 — 60	37 — 42	17	100 — 110	> 100
Solana	3	3	2	4	3 — 4
Cala di Ponte	2	1	—	—	—
Gattaghia	6 — 7	10	5	19 — 20	10 — 12
«La fenêtre»	4 — 5	3	1	1	1
Ficaja	4	14	4	10	≥ 9
TOTAL	67 — 92	50 — 92	35	153 — 166	136 — 140

La colonie installée sur l'îlot de Gargalo est l'une des plus importantes de la Corse. En plus de cette colonie la Réserve abrite un assez grand nombre de couples qui nichent de façon éparpillée le long de la côte et notamment, fait unique de la Corse, dans les falaises où les nids sont installés soit dans des cavités rocheuses (taffoni), soit sur des vives ou dans des grottes.

À Gargalo les nids sont installés, pour la plupart, dans un maquis à lentiques.

Les Cormorans huppés se nourrissent en mer sur des fonds inférieurs à 100-200 mètres, généralement à moins d'un mille nautique des côtes.

● Goéland d'Audouin *Larus audouinii*

Régulier toute l'année le long des côtes de la Réserve, mais en nombre très limité. Les oiseaux vont isolés ou par deux-trois, se nourrissant dans des baies où la mer est particulièrement calme. Pour la première fois depuis 1977, un couple territorial, mais non reproducteur, est resté en juin 1982 sur l'îlot Gargalo. S'il est possible que l'espèce ait niché à Scandola par le passé, on ne possède aucun élément historique le confirmant (PAPACOTSIA et al. 1980).

● Goéland leucophaea *Larus cachinnans*

La population reproductrice est relativement faible : 225 (± 10) couples estimés en 1980 (voir tabl. 5). Elle représente 10 % de la population de Corse (2,250 ± 200 c. en 1977-80, THIBAUT et GUYOT 1981). On ne possède pas de recensement ancien permettant de vérifier si les effectifs sont en augmentation ou en baisse, et surtout s'il y a eu des colonies nouvelles qui se sont installées.

Sur les cinq sites de reproduction, trois sont sur les îlots et deux dans des falaises. La plus grande colonie est située sur Gargalo où les oiseaux nichent surtout dans la partie sud. Dans les falaises, ils utilisent de larges plate-formes

Des oiseaux se nourrissent fréquemment en mer sur des lieux de pêche situés non loin de la Réserve, au large d'Elpa nera notamment, mais on ignore l'importance des déplacements effectués par les adultes pour se nourrir.

● Balbuzard pêcheur *Pandion halietus*

On constate (fig. 2) que le nombre des couples reproducteurs a oscillé ces dernières années entre deux et quatre couples, soit environ 33 à 50 % des effectifs de Corse. L'accroissement général de la population de Corse ne s'est pas ressenti dans la Réserve. Il est vrai que des actes de malveillance ont éliminé deux années de suite (1978 et 1979) les nicheurs du golfe de Girolana. Mais il existe huit territoires distincts et la Réserve pourrait accueillir d'autres couples.

Les nids sont situés sur des pitons rocheux dominant la mer d'une hauteur de 22 à 51 mètres. Les données sur la reproduction et les conditions de nidification ont fait l'objet d'études (BOUVET et THIBAUT 1980, THIBAUT et BOUVET 1983).

Les oiseaux pêchent en mer, dans des baies, à une distance du rivage qui varie entre quelques dizaines et quelques centaines de mètres.

● Buse variable *Buteo buteo*

Fréquemment observée dans la vallée d'Elbo et sur les côtes de la Réserve, elle a niché, en 1982, dans une falaise à l'intérieur de la vallée d'Elbo. Il est possible qu'il y ait un autre couple. La faible densité de cette espèce est sans doute en rapport avec la rareté des proies et le degré de fermeture du couvert végétal. En Corse, les densités oscillent entre 1 couple pour 500 ha dans les endroits les plus favorables et 1 couple pour 2000 ha dans les zones les plus pauvres.

La Buse chasse dans tous les types de milieux, y compris les falaises maritimes.

TABLEAU 5

Population de goélands leucophaea *Larus cachinnans*
 nicheurs pour la Réserve naturelle de Scandola

LOCALITÉS	EFFECTIFS
Elpa nera	5
Ilot Palazzo	30 — 35
Ponte Palazzo	20 — 30
Ilot Gargalo	150
Ilot Garganello	10 — 15
TOTAL	215 — 235 c

● **Épervier d'Europe** *Accipiter nisus*

Observé fréquemment toute l'année. La population nicheuse pourrait comprendre deux à trois couples. Deux territoires distants d'environ 1300 mètres sont occupés simultanément depuis au moins 1980, date de leur découverte. L'un est situé dans un ravin d'Elbo, l'autre dans un vallon voisin. Chaque territoire comprend plusieurs nids situés dans les chênes verts. L'exploration d'autres vallons, notamment près de Gattaghia, s'est révélée négative (O. PATRIMONIO ms.). Les oiseaux chassent dans tous les milieux terrestres.

● **Faucon pèlerin** *Falco peregrinus*

Nicheur assez bien représenté, puisque la population comprend cinq couples dont la reproduction est régulièrement notée depuis 1979. On est toutefois assez mal renseigné sur la production en jeunes de cette population.

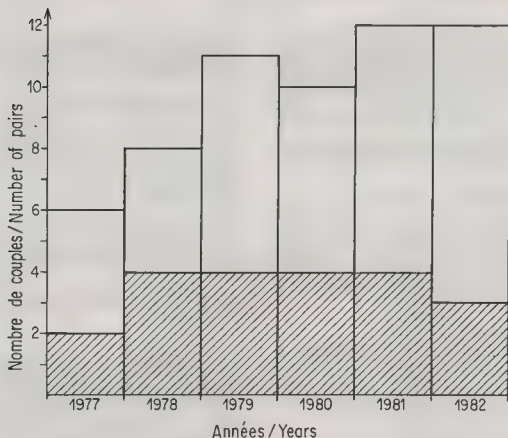


FIG 2 Variations annuelles du nombre de couples reproducteurs de Buzard pêcheur *Pandion haliaetus* en Corse. Les effectifs de la Réserve naturelle sont indiqués en hachure.

Les couples connus nichent tous dans les falaises maritimes, mais des reproductions à l'intérieur de la presqu'île sont possibles. Enfin, un couple a niché sur l'îlot de Gargalo en 1973 (FORMON ms).

● Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*

Nicheur peu abondant dont la densité doit être limitée par la faible quantité de nourriture disponible. La population reproductrice est inférieure à quatre couples. Les territoires sont très vastes puisqu'un seul couple habite la vallée d'Elbo.

Les oiseaux chassent dans les falaises et dans les parties rocheuses où le maquis est bas ou absent.

● Perdrix rouge *Alectoris rufa*

Selon la tradition orale, l'espèce n'a jamais été très abondante (RUGGIERI 1981). Toutefois, le développement des cultures céréalières au siècle dernier laisse supposer que la Perdrix rouge a dû être plus fréquente qu'elle ne l'est aujourd'hui. L'épais maquis qui recouvre désormais Scandola explique pourquoi l'espèce est localisée. A Elbo, une à deux compagnies, suivant les années, habitent les friches et le lit asséché de la rivière

● Caille des blés *Coturnix coturnix*

Comme chez l'espèce précédente, les densités sont très faibles. Alors que la Caille des blés est commune dans la Cistaia du Capo Rosso à quelques kilomètres de la Réserve, elle est complètement exclue de la mosaïque de maquis qui forme l'essentiel du couvert végétal actuel de Scandola. Elle niche très localement dans la vallée d'Elbo et a aussi été observée dans les zones littorales complètement dénudées (Cala Maiora).

● Pigeon biset *Columba livia*

Nicheur sédentaire bien représenté. Il habite, par petites colonies ou par couples isolés, certaines grottes marines et des grandes falaises. Il semble surtout inféodé au bord de mer, mais sa reproduction dans les vallons de l'intérieur serait à rechercher

● Tourterelle des bois *Sireptopelia turtur*

Estivant nicheur plutôt rare. En 1978, 79 et 80, un couple a probablement niché dans la basse vallée d'Elbo.

● Chouette effraie *Tyto alba*.

Son statut est inconnu. Entendue à plusieurs en juin et juillet 1978. Plus tard, en août 1979 un cadavre fut découvert près de la tour d'Elbo sur le chemin des douaniers. La Chouette effraie ne fut pas notée en 1980 et 1981. Sa reproduction serait à rechercher dans les falaises maritimes.

● Hibou petit-Duc *Otus scops*

Nicheur répandu, mais peu abondant, probablement en raison du nombre limité de sites de reproduction. Plusieurs chanteurs sont localisés chaque année dans la vallée d'Elbo.

Il serait intéressant de savoir si cette faible densité est en rapport avec la rareté des sites de reproduction dans les arbres ou avec la structure du maquis.

● Martinet pâle *Apus pallidus*

Un des oiseaux les plus caractéristiques de Scandola ; c'est un estivant nicheur qui fréquente la Réserve de mai à octobre. On connaît une dizaine de colonies (Elpa nera, Pori, Palazzo, Elbo, Gargalo, Cala maiora, et Gattaghia), regroupant quelques couples à quelques dizaines de couples. Les oiseaux établissent leurs nids dans des fissures, dans des grottes marines et sur des îlots, à quelques mètres ou à quelques centaines de mètres au-dessus du niveau de l'eau.

Le Martinet pâle chasse au-dessus de la mer, le long des côtes et à l'intérieur des terres, le plus souvent au-dessus des crêtes.

● Martinet à ventre blanc *Apus melba*

Estivant nicheur bien représenté mais dont le nombre de colonies est limité (Pori, Marine d'Elbo, Punta Scandola). Sa reproduction a été observée sur quelques îlots et dans les fissures de falaises, souvent à une ou quelques dizaines de mètres seulement au-dessus du niveau de la mer. On ignore s'il niche dans les falaises de l'intérieur de la presqu'île. Le Martinet pâle forme souvent des colonies mixtes avec l'espèce précédente

● Hironnelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris*

Espèce sédentaire bien répandue, mais nulle part abondante. Niche isolément ou par groupe de deux à quatre couples dans des falaises maritimes, des grottes du bord de mer et dans des vallons de l'intérieur. Quelques couples seulement sont connus dans la vallée d'Elbo

● Bergeronnette printanière *Motacilla flava*

Quelques sujets furent notés en juillet 1979. Un cas de reproduction, fait rarement noté en Corse (THIBAUT, 1983), fut relevé en juin 1982 : un couple élève trois jeunes (J.L.M.).

● Grimpereau des bois *Certhia familiaris*

Nicheur possible. Observé et capturé en juin 1978 (JANIN ms). C'est vraisemblablement en raison de sa discrétion au moment de la reproduction que nous manquons des informations sur son statut. Le recouvrement de la strate arborée est sans doute d'importance trop limitée pour que puisse exister une population reproductrice (FERRY *et al.* 1976).

● Grand corbeau *Corvus corax*

Peu abondant ; on connaît moins de cinq couples dans la Réserve — nids connus à Elbo et Gattaghia —. Cette faible densité doit être en rapport avec les quantités limitées de nourriture : absence d'activités humaines et de troupeaux d'animaux domestiques

• Chardonneret *Carduelis carduelis*, Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* et Verdier *Carduelis chloris*

Nicheurs possibles. On ne possède aucune preuve de reproduction de ces trois espèces, observées chaque année durant l'été dans les friches de la vallée d'Elbo. Des prospections en avril permettraient, peut-être, de confirmer la nidification de ces nicheurs précoces.

2. ANALYSE ÉCOLOGIQUE DES PEUPELEMENTS D'OISEAUX TERRESTRES

2.1. La richesse en espèces

Vingt huit espèces ont été observées dans l'ensemble des 40 relevés de 20 mn effectués sur la presqu'île et huit espèces dans les six relevés réalisés sur l'îlot de Gargalo (tabl. 2).

Malgré la forte disparité qui existe entre le nombre de relevés effectués dans les deux échantillons, l'analyse des courbes de la richesse cumulée obtenues pour ces séries de relevés (fig. 3), montre que l'îlot de Gargalo est fortement appauvri en espèces par rapport à la presqu'île pour la fraction du peuplement concernée par notre échantillonnage. Cet appauvrissement est dû à la fois à la très faible diversité de structure de la végétation (LACK 1969, 1976) (très peu d'éléments dépassent le mètre de hauteur, aucun arbre) et à la faible superficie de l'île (MACARTHUR et WILSON 1967).

L'importance de l'appauvrissement sur Gargalo peut également être mesuré par la comparaison de la richesse moyenne par relevé observée à Gargalo (2,83 espèces par relevé, fig. 3) avec la richesse moyenne des maquis très bas de la presqu'île (Milieu 1, tabl. 1) qui est de 8 espèces par relevé. La différence observée est très significative ($P < 0.001$).

Après 40 relevés, la pente de la courbe de la richesse cumulée tracée pour l'ensemble des points d'écoute réalisés sur la presqu'île est égale à 0.125 (fig. 3). La précision avec

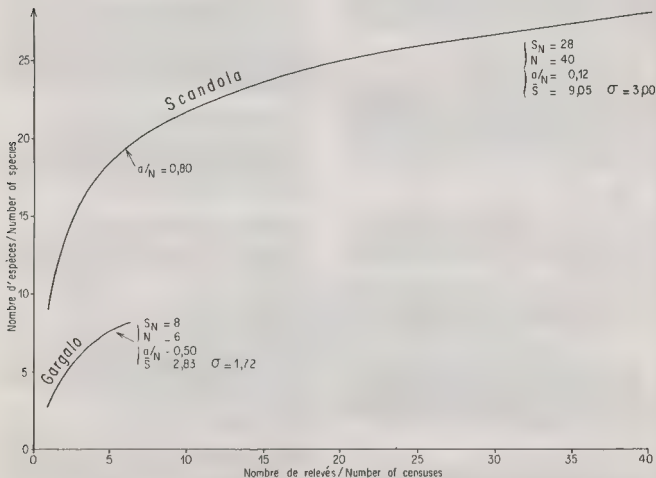


FIG. 3. — Courbes de la richesse cumulée pour la presqu'île de Scandola et l'îlot de Gargalo

laquelle la richesse totale réelle en espèces d'oiseaux terrestres de ce secteur connue est donc satisfaisante. Il faudrait, en effet, effectuer au moins 8 relevés supplémentaires pour observer une nouvelle espèce.

Un certain nombre des espèces observées (tabl. 2) ont des territoires de grande étendue et ne sont pas strictement inféodées à tel ou tel milieu. Il n'en sera plus tenu compte dans la suite de ce travail, leur participation à la structuration des peuplements nous paraissant négligeable.

Les courbes de raréfaction présentées en fig. 4 permettent d'établir une hiérarchie entre les types de maquis sur la base de leur richesse en espèces. Le maquis très bas (milieu I) est significativement plus riche en espèces d'oiseaux que les autres milieux, et le peuplement du maquis bas (milieu II) semble être le plus pauvre des quatre. En effet, l'évolution des courbes tracées pour le maquis haut (milieu III) et le maquis arboré (milieu IV) paraît devoir les placer dans une position intermédiaire, même si la taille des échantillons ne permet pas à cette tendance de se marquer de manière significative.

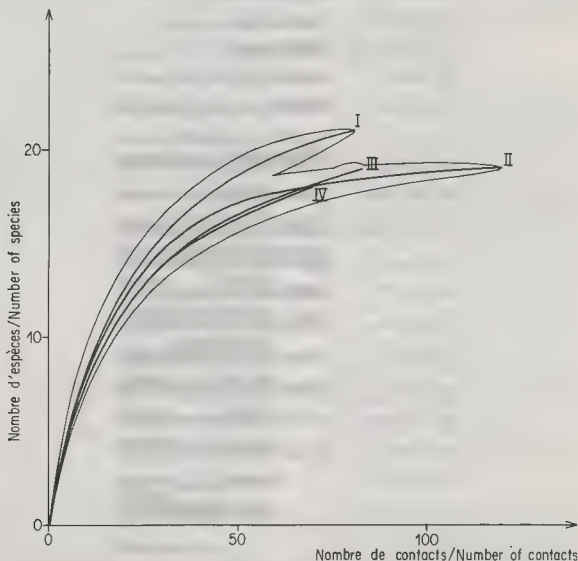


FIG. 4. — Courbes de raréfaction et leurs limites de confiance pour les quatre types de maquis (I à IV, cf. tabl. 1).

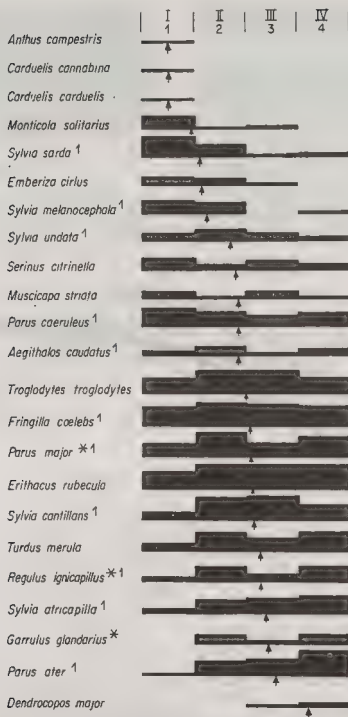


FIG. 5. — Distribution des fréquences des espèces observées dans les points d'écoute effectués sur la presqu'île de Scandola dans quatre types de maquis (I à IV, cf. tab. 1). Les flèches indiquent les barycentres des distributions, les étoiles les espèces ayant une distribution des fréquences plurimodale, 1 = espèces prises en compte dans l'analyse de l'utilisation spatiale de la végétation

2.2. Distribution des fréquences des espèces dans les quatre types de maquis.

L'observation des distributions des fréquences centésimales représentées sur la Fig. 5 permet de distinguer trois groupes d'espèces, rangées par barycentres croissants.

Le premier groupe est constitué par les espèces ayant des fréquences d'observations nettement décroissantes, lorsque la hauteur de la végétation augmente et dont la fréquence d'observation la plus élevée est observée dans le maquis très bas. Ce groupe comprend les 9 premières espèces de la Fig. 5 et tout spécialement les 7 premières d'entre elles.

Un deuxième groupe est formé par des espèces ayant des fréquences d'observations nettement croissantes lorsque la hauteur du maquis augmente, et dont les fréquences d'observation les plus élevées sont observées dans le milieu le plus haut (maquis arboré). Seules deux espèces répondent strictement à cette définition, *Sylvia atricapilla* et *Parus ater*.

Le troisième groupe comprend des espèces largement répandues dans l'ensemble du gradient de végétation. Leurs distributions de fréquences sont plus irrégulières. Un certain nombre d'entre elles, telles que le Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes* ou la Fauvette passerinette *Sylvia cantillans* sont plus fréquentes dans les milieux intermédiaires (distribution en cloche), d'autres sont plus fréquentes dans les milieux les plus élevés (*Regulus ignicapillus*, *Eriothraupis rubecula*, *Turdus merula*), la plupart enfin, sont également fréquentes tout au long du gradient. Douze espèces appartiennent à ce dernier groupe.

La plus forte richesse en espèces dans le maquis très bas (fig. 4) peut ainsi être expliquée par la présence d'un assez grand nombre d'espèces peu fréquentes et plus ou moins strictement inféodées aux milieux les plus bas (les espèces du premier groupe ci-dessus). Le cas du Merle bleu *Monticola solitarius* (fig. 5) est toutefois particulier. Son observation plus fréquente dans les milieux bas est due à ce que ces maquis sont surtout situés sur les crêtes qui dominent les escarpements favorables à cette espèce, alors que les milieux les plus boisés sont dans les vallons.

On retrouve, d'autre part, sur la Fig. 5, et ce malgré la taille réduite des échantillons, la ségrégation interspécifique classique observée dans le choix du biotope par les fauvettes du genre *Sylvia* (BLONDEL 1970, 1981, LACK 1971, CODY et WALTER 1976, FERRY *et al.* 1976, ZBINDEN et BLONDEL 1981).

Ainsi, parmi le groupe des trois fauvettes inféodées sur milieux bas (*S. sarda*, *S. undata*, *S. melanocephala*) *S. sarda* présente la plus forte prédilection pour les milieux les plus bas. Il convient de noter qu'en situation continentale, où *S. sarda* est absente, *S. undata* possède des fréquences d'observation plus élevées et une distribution des fréquences centésimales plus proche de celle de *S. sarda* en Corse.

En ce qui concerne *S. melanocephala* on retrouve (fig. 5) les observations qui ont déjà été publiées par ailleurs (MARTIN 1982) à savoir un décalage, en Corse par rapport au continent, du centre de gravité de sa distribution des fréquences vers des milieux plus bas. Ainsi, contrairement à ce qui est observé en France continentale, *S. melanocephala* se caractérise, en Corse, par un barycentre inférieur à celui de *S.*

undata (fig. 5).

Enfin, on observe sur la Fig. 5 la présence, dans tous les types de maquis et avec des fréquences centésimales élevées, d'un certain nombre d'espèces qui sont absentes de milieux similaires en France continentale où elles ne fréquentent que les formations forestières. Ce sont, dans l'ordre où elles apparaissent sur la Fig. 5 la Mésange bleue *Parus caeruleus*, le Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*, le Pinson des arbres *Fringilla coelebs*, la Mésange charbonnière *Parus major*, le Rouge-gorge *Eriothraupis rubecula*, la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla* et, enfin, à un moindre degré, la Mésange noire *Parus ater*.

Cette infiltration des espèces forestières dans les milieux buissonnants de Corse a fait l'objet d'études particulières (BLONDEL 1981, MARTIN 1982).

2.3. Utilisation du volume végétal par les oiseaux

Le nombre total d'observations du comportement alimentaire pour les 11 espèces étudiées est égal à 206, c'est-à-dire 19 observations, en moyenne, par espèce. Seules trois espèces ont été observées moins de 10 fois, toutes les autres l'ont été plus de 15 fois. La Fig. 6 indique la distribution de ces observations dans huit classes de hauteur d'observation et ceci pour chacune des 11 espèces.

On constate sur cette figure que, parmi les trois fauvettes inféodées aux milieux les plus bas (maquis I et II), *S. sarda* est celle qui utilise le plus volontiers les parties basses de la végétation pour s'alimenter (strate allant de 0 à 0,5 mètres). *S. undata* préfère, quant à elle, la strate 0,5 à 1 mètre, alors que *S. melanocephala* recherche plutôt sa nourriture dans les éléments de végétation les plus hauts. Ainsi, si *S. melanocephala* est surtout observée dans les maquis les plus bas (fig. 5), elle a tendance à en exploiter les éléments les plus élevés et notamment les plantes qui déterminent ce que nous avons appelé la hauteur maximale du milieu (tabl. 1). Cette dernière est égale à 2,30 mètres en moyenne dans le milieu I.

La Fig. 7a représente l'ensemble des nuages de points et la Fig. 7b donne les centres de gravité de ces 11 nuages.

La Fig. 7b visualise parfaitement la ségrégation verticale et horizontale qui existe dans l'utilisation de la végétation par les fauvettes. Cette ségrégation vient se superposer à celle qui a été montrée dans le choix du milieu (fig. 5).

Parmi les espèces à forte amplitude d'utilisation des milieux (c'est-à-dire les espèces forestières infiltrées dans le maquis) *Fringilla coelebs* se distingue par un centre de gravité situé nettement plus bas pour la variable «hauteur de l'élément de végétation» que celui des autres espèces «forestières».

Les mésanges peuvent être différenciées comme suit : *Parus caeruleus* et *Parus major* sont peu sélectives dans le choix du milieu (fig. 5) mais la première préfère (fig. 6) les parties les plus hautes de la végétation. La Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus* occupe une position intermédiaire. La quatrième espèce, la Mésange noire *Parus ater*, est beaucoup plus sélective dans le choix du milieu (fig. 5) et possède une amplitude d'utilisation verticale de la végétation beaucoup

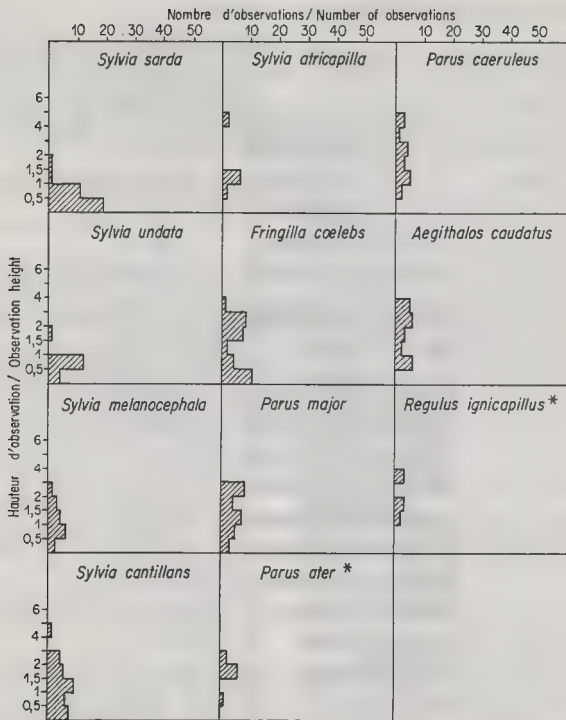


FIG. 6. — Répartition des observations de comportement alimentaires dans 8 classes de hauteurs distribuées entre 0 et 6 m

plus faible que celle des autres mésanges. Enfin, la Fig. 8 illustre qu'à l'instar de ce qui a été montré dans les milieux forestiers (LACK 1971 et références), *P. caeruleus* utilise plus souvent les parties externes et sommitales des plantes que ne le fait *P. major*.

2.4. L'utilisation des espèces végétales par les oiseaux

L'examen du tabl. 6 montre qu'il existe une nette différence entre *S. sarda* et *S. undata* dans le choix de l'espèce

végétale explorée. La première semble préférer les cistes, alors que la seconde s'alimente surtout sur l'Arbousier *Arbutus unedo*, les cistes ne venant qu'en seconde position.

Le tabl. 6 montre, de plus, que l'Arbousier est l'espèce végétale la plus fréquentée pour la majorité des oiseaux bien qu'il ne soit « espèce dominante » (tabl. 1) que dans les maquis les plus hauts. La structure de l'Arbousier n'étant pas particulièrement favorable, à l'observation des oiseaux (problème de détectabilité), ces résultats doivent avoir une explication biologique. Il faut peut-être la chercher dans une plus grande abondance d'insectes sur l'Arbousier que sur d'autres plantes telles que les cistes ou la Bruyère arborescente *Erica arborea*

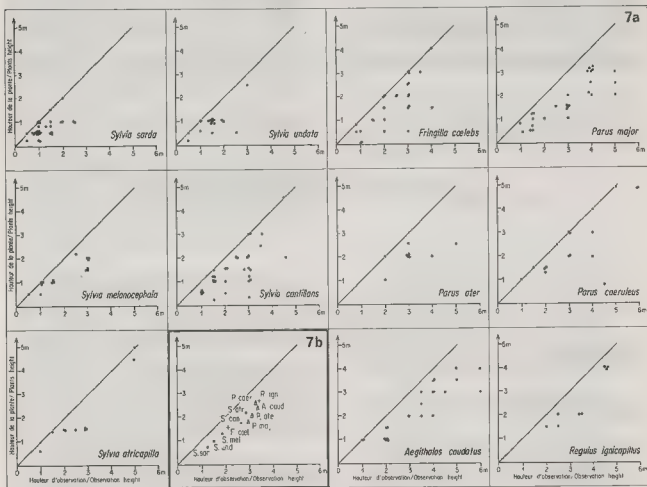


FIG. 7 — Utilisation spatiale de la végétation par 11 espèces d'oiseaux. 7a, répartition des observations pour chaque espèce, 7b, distribution des centres de gravité des nuages de points présentes en 7a

EN GUISE DE CONCLUSION

On peut distinguer trois grands groupes d'espèces dans l'avifaune de la Réserve de Scandola. Ils contribuent chacun à l'originalité de la Réserve. Ce sont : les oiseaux marins, les oiseaux des falaises, et ceux du maquis.

L'importante population de Cormorans huppés, dont le mode de nidification est si particulier, constitue l'élément le plus marquant de la communauté des oiseaux marins.

Les falaises de la Réserve abritent à la fois des oiseaux au statut précaire sur une grande partie de leur aire de distribution (Balbuzard pêcheur, Faucon pèlerin) et un important cortège d'espèces rupicoles. Il existe en effet, peu d'endroits protégés où l'on rencontre, avec des densités souvent élevées, la quasi totalité des espèces liées aux falaises de la Méditerranée (Faucon pèlerin, Martinet pâle, Martinet à ventre blanc, Hirondelle de rochers, Merle bleu).

S'ils ne présentent pas d'originalité particulière, les peuplements d'oiseaux des divers stades du maquis n'en sont pas moins un sujet d'étude privilégié dans nos efforts pour comprendre le fonctionnement des peuplements de vertébrés terrestres dans les milieux méditerranéens en général et insulaires en particulier.

La maîtrise foncière, due au statut de Réserve, donne, en effet, à l'observateur, l'assurance de pouvoir suivre la même zone à long terme.

Dans nos régions, la dynamique des biocénoses est souvent bloquée ou modifiée par les activités humaines et ceci tout particulièrement dans le bassin méditerranéen. A Scandola, l'impact de l'homme est très atténué depuis une quarantaine d'années. Il s'en est suivi une fermeture progressive des milieux, et l'amorce d'un retour vers une végétation arborescente dans les endroits favorables. Cette évolution a atteint des stades divers en fonction de la qualité des sols et de l'utilisation des parcelles.

Les seuls facteurs qui, à l'heure actuelle, sont encore susceptibles de s'opposer à cette évolution sont les vestiges de l'élevage (chèvres «sauvages» et quelques vaches domestiques) et le feu.

Ces considérations sur la dynamique de la végétation permettent d'envisager les changements passés et futurs dans la composition de l'avifaune.

L'existence, au siècle dernier, de cultures céréalières s'accompagnant probablement de la nidification d'espèces anthropophiles (Moineau calaisien *Passer domesticus italiae*, Corneille mantelée *Corvus corone sardonicus*) présentes à Girolata où liées à une végétation de type pelouse (Alouette lulu *Lulula arborea*, Bruant proyer *Miliaria calandra*, Moineau soulcie *Petronia petronia*).

L'exploitation intensive de la forêt de chênes verts pour le charbon de bois vers 1930 permet de supposer que des espèces telles que *Otus scops* et *Dendrocopos major* ont pu être plus abondantes.

Dans le futur, plusieurs espèces habitant encore la Réserve, et dont la présence est liée à des types de végétations bas et ouverts pourraient disparaître (la Perdrix rouge *Alectoris rufa*, la Caille des blés *Coturnix coturnix*, le Verdier d'Europe

Carduelis chloris, le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, la Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, le Pipit rousseline *Anthus campestris*, et la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*). A plus long terme l'évolution de la végétation vers un boisement arboré pourrait entraîner la raréfaction des fauvelles sarde et pitchou (*Sylvia sarda* et *S. undata*).

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes, et notamment les membres du F.I.R. qui nous ont fait profiter de leurs observations, ainsi que les agents du Parc Naturel Régional de Corse. F. ACHILLI, CH. H. BIANCONI, G. FERACCI, P. MARIANI et R. MINICONI pour leur concours dans l'organisation du travail sur le terrain.

Nous remercions aussi tout particulièrement Yves BARABÉ, Daniel et Marc BRUNSTEIN, Frédéric BOUVET, Marie-Claire GALLETTI, Isabelle GUYOT, Guy JANIN, Denis MIEGE, Olivier PATRIMONIO, Olivier PINEAU, Philip REDMAN et Patrick VIDAL pour leur aide à Elbo et pour les informations qu'ils nous ont transmises sur les oiseaux de la Réserve.

P. BLANDIN, J. BLONDEL, B. FROCHOT et P. ISENMANN ont bien voulu apporter leurs critiques au manuscrit.

Enfin, ce travail a bénéficié du soutien financier du Comité Scientifique de la Réserve Naturelle de Scandola et des Services des dessinateurs du C.E.P.E.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1967. — Parc Naturel Régional de Corse, rapport préliminaire. S.C.E.T.O., O.N.F., 77 p.
- ANTONA (M.), GAUTHIER (A.), JUDAS BOLELLI (R.), ILENHARDT (M.) et MOLINIER (R.), non daté. *La Réserve Naturelle de Scandola*. 52 p. Parc Naturel Régional de la Corse.
- BLONDEL (J.), 1970. — Biogéographie des oiseaux nicheurs en Provence Occidentale du Mont Ventoux à la mer Méditerranée. *L'Oiseau et la R.F.O.*, 40, p. 1-17.
- BLONDEL (J.), 1975. — L'analyse des peuplements d'oiseaux élément d'un diagnostic écologique. I. La méthode des Échantillonnages Fréquentiels Progressifs (E.F.P.). *Terre et Vie*, 29, p. 533-589.
- BLONDEL (J.), 1981. — Structure and dynamics of bird communities in Mediterranean habitats. p. 361-385, in *Mediterranean type shrublands*. F. di CASTRI, GOODALL et R.L. SPECHT éds Elsevier, Amsterdam.
- BLONDEL (J.), ISENMANN (P.) et MICHELLAND (D.), 1980. — Insularité et démographie chez la Mésange bleue, *Parus caeruleus* et la Mésange noire *Parus ater* en Corse. *L'Oiseau et la R.F.O.*, 50, p. 299-405.
- BESSON (J.), 1975. — Bilan des connaissances actuelles sur l'avifaune de Port-Cros. *Trav. Sci. Parc Nat. Port-Cros*, 1, p. 19-31.
- BOUVET (F.) et THIBAUT (J.C.), 1980. — Répartition, cycle reproducteur et évolution de la population de Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*. *Alauda*, 48, p. 171-183.

- CODY (M.L.) et WALTER (H.), 1976. — Habitat selection and interspecific interactions among Mediterranean Sylvian Warblers. *Oikos*, 27, p. 210-238.
- DAGET (P.), 1977. — Ordination des profils écologiques. *Naturalia Monspelhensis, Ser. Bot.*, 26, p. 109-128.
- FERRY (C.), 1976. — Un test facile pour savoir si la richesse mesurée d'un peuplement se rapproche de sa richesse réelle. *Le Jean-le-Blanc*, 15, p. 21-28.
- FERRY (C.), BLONDEL (J.) et FROCHOT (B.), 1976. — Plant successional stage and avifaunal structure on an island. *Proc. XVI Int. Congr. Canberra, Australia*, p. 643-653.
- FORMON (A.), ms. — Notes ornithologiques de Corse, mars-juin 1973, 7 p.
- GALLNER (J.C.) et MARCHETTI (M.), 1977. — Approche quantitative des peuplements d'oiseaux terrestres nicheurs du Parc National de Port-Cros. *Trav. Sci. Parc Nation, Port-Cros*, 3, p. 129-141.
- ISENMANN (P.), 1982. — The influence of insularity on fecundity in tits (*Aves, Paridae*) in Corsica. *Acta Oecol. Oecol. Gen.*, 3, p. 295-301.
- JAMES (F.) et RATHBUN (S.), 1981. — Rarefaction, relative abundance, and diversity of avian communities. *Auk*, 98, p. 785-800.
- JANIN (G.), ms. — Les oiseaux terrestres nicheurs dans la Réserve Naturelle de Scandola, 6 p.
- LACK (D.), 1969. — The number of bird species on islands. *Birds Study*, 16, p. 193-209.
- LACK (D.), 1971. — *Ecological isolation in birds*. Blackwell Sci. Pub., Oxford.
- LACK (D.), 1976. — *Island biology illustrated by the land birds of Jamaica*. Blackwell Sci. Pub., Oxford.
- MAC ARTHUR (R.H.) et WILSON (E.O.), 1967. — *The theory of island biogeography*. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J.
- MARTIN (J.L.), 1982. — L'infiltration des oiseaux forestiers dans les milieux buissonnants de Corse. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 36, p. 397-419.
- MERIA (G.), 1979. — La construction des tours du littoral de la Corse. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Corse*, 630-631, p. 9-80.
- MICHELLAND (D.), 1982. — Survie en milieu insulaire : quelle stratégie ? Le cas des mésanges en Corse. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 36, p. 187-210.
- PAPACOTSIA (A.), SOREAU (A.) et THIBAULT (J.C.), 1980. — La situation du Goéland d'Audouin en Corse. *Nos Oiseaux*, 35, p. 219-226.
- PATRIMONIO (O.), ms. — Approche d'une étude sur l'Épervier en Corse. Parc Naturel Régional de la Corse, Ajaccio, 7 p.
- PAVAN (M.), 1976. — Monte Christo. Réserve Naturelle. *Cottada Verde*, 39, p. 329-351.
- PINEAU (O.), ms. — Liste des oiseaux nicheurs du maquis de Scandola, 3 p.
- RUGGIERI (C.), 1981. — La pression humaine sur Scandola. Parc Naturel Régional de la Corse, 39 p.
- SANDERS (H.L.), 1968. — Marine benthic diversity : a comparative study. *Amer. Nat.*, 102, p. 243-282.
- SIMBERLOFF (D.), 1978. — Use of rarefaction and related methods in ecology. In : DICKSON (K.L.), CAIRNS (Jr.J.) et Livingston (R.J.) eds., *Biological data in water pollution assessment : quantitative and statistical analyses*. ASTM, STP 652. American Society for testing and materials, p. 150-165.
- THIBAULT (J.C.), 1983. — Oiseaux de la Corse, Histoire et répartition aux XIX et XX siècles, 259 p. Parc Naturel Régional de la Corse.
- THIBAULT (J.C.) et BOUVET (F.), 1983. — Les caractéristiques du nid du Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) en Corse. *Nos oiseaux*, 37, p. 65-73.
- THIBAULT (J.C.) et GUYOT (I.), 1981. — Répartition et effectifs des oiseaux de mer nicheurs en Corse. *L'Oiseau et la R.F.O.*, 51, p. 101-114.
- YEATMAN (L.), 1976. — *Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Société Ornithologique de France, Paris.
- ZBINDEN (N.) et BLONDEL (J.), 1981. — Zur Raumnutzung, Territorialität und Legebeginn mediterraner Grasmücken (*Sylvia melanocephala*, *S. undata*, *S. cantillans*, *S. hortensis*) in Südf frankreich. *Orn. Beob.*, 78, p. 217-231.

RÉGIME ALIMENTAIRE DES CIVELLES ET ANGUILLETES (*ANGUILLA ANGUILLA*) DANS TROIS ÉTANGS SAUMÂTRES DU ROUSSILLON

par Raymonde LECOMTE-FINIGER

Université de Perpignan
Laboratoire de Biologie Marine — 66025 PERPIGNAN Cedex

RÉSUMÉ

Ce travail porte sur l'examen de 1075 estomacs de jeunes anguilles, civelles et anguillettes (LT — 6 à 20 cm) dans trois milieux saumâtres du Roussillon, les étangs de Lapalme, Salses-Leucate et Bourdigou.

L'étude des variations saisonnières a été réalisée à partir de captures effectuées tous les mois, de novembre 1979 à octobre 1981, celle du cycle journalier à partir de pêches réalisées toutes les 2 heures pendant 48 heures consécutives à Lapalme au cours du printemps et de l'été. Ces études ont montré que le régime alimentaire est carnivore à base d'invertébrés benthiques, en particulier de crustacés Amphipodes et Isopodes. Il varie selon la localité, la saison, le stade de développement. La prise de nourriture se fait préférentiellement de nuit ainsi que l'après-midi. La consommation d'aliments tend à diminuer au cours de la croissance.

SUMMARY

*Food of elvers and young yellow eels (*Anguilla anguilla*) in three brackish water lagoon of the Roussillon*

This work presents the analysis of 1075 stomach-contents of young eels, elvers and yellow-eels (LT — 6 to 20 cm) in three brackish water lagoons of the Roussillon: Lapalme, Salses-Leucate and Bourdigou. The seasonal variations were defined from monthly samples taken between November 1979 and October 1981. The daily variations were studied in samples made at two hour intervals over 48 hours, in Lapalme, during spring and summer. These diet analyses have shown that the eels are carnivorous and consume benthic-invertebrates such as Amphipods and Isopods. The diet composition differs according to the locality, the season and the developmental stage. The animals generally feed during the night and in the afternoon. The take of food ingestion decreases with increasing size.

I — INTRODUCTION

Le régime alimentaire des jeunes anguilles (civelles et anguilles jaunes) a été étudié dans trois étangs littoraux saumâtres du Roussillon: Lapalme, Salses-Leucate et Bourdigou. Les données de la littérature relatives à l'alimentation de l'anguille, *Anguilla anguilla*, ont été réunies dans le tableau I. Les recherches les plus importantes sont dues à SINHA et JONES (1967), DEELDER (1973), MORTARTY (1972), TESCH (1977). La lecture de ces divers travaux montre que:

— les anguilles sont essentiellement carnivores, les proies principales (Crustacés, Mollusques, Annelides, larves d'Insectes) appartiennent à la faune benthique dominante de chacun des milieux;

— la plupart des recherches effectuées ont porté sur des individus de taille supérieure à 20 cm (LT), les données sur les stades jeunes étant demeurées relativement rares. Elles ont, d'autre part, été effectuées en milieu dulçaquicole surtout sur

la côte atlantique, les populations méditerranéennes ayant été moins étudiées.

Il semblait donc intéressant de chercher à compléter les connaissances sur les stades jeunes, depuis la civelle jusqu'à l'anguille de 20 cm, dans les milieux lagunaires méditerranéens. Quelques individus de taille supérieure à 20 cm ont été également considérés à titre comparatif.

Ces études s'inscrivent dans le cadre de la recherche d'une meilleure connaissance des ichthyofaunes littorales du Golfe du Lion (HERVÉ, 1978; VILLIERS, 1979; ROBLIN, 1980; MARFIN, 1981) et font partie d'une étude écobioologique de l'anguille des milieux lagunaires du Narbonnais et du Roussillon (LECOMTE-FINIGER, 1983).

II — MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les prélèvements se sont déroulés de novembre 1979 à octobre 1981, dans trois milieux saumâtres du littoral méditerranéen.

TABLEAU 1
Régime alimentaire de l'anguille *Anguilla anguilla*
revue de la littérature

AUTEURS	ANNÉE	LOCALITÉS	TYPES DE MILIEUX
BLEGVAD	1916	Danemark	fjord
FROST	1946	Angleterre	lac
THOMAS	1962	Pays de Galles	rivière
OPUSZYNSKI <i>et al.</i>	1967	Pologne	lacs et rivières
SINHA et JONES	1967	Écosse	rivières
MORIARTY	1972	Irlande	lacs
NYMAN	1972		eaux douces
SVARDSON	1972	Suède	rivières
LARSSON et LEWANDER	1973	Suède	rivières
BIRO*	1974	Hongrie	lac
MOORE et MOORE	1976	Grande Bretagne	estuaire
EZZAT et EL SERAFY	1977	Egypte	lac saumâtre
FISCHER	1977	Poigme	eau douce
JEDRYCZKOWSKI	1979	Pologne	lacs et rivières
NEVEU	1981	France	rivière
DEELDER	1970	Revue bibliographique de la biologie de l'anguille	
TESCH	1977		

2.1. Les sites des prélèvements :

Les trois milieux étudiés (du nord au sud : Lapalme, Salses-Leucate, Bourdigou) font partie du chapelet d'étangs qui bordent le golfe du Lion. Bien que géographiquement voisins (fig. 1) et soumis aux mêmes conditions climatiques, ces étangs présentent des caractéristiques distinctes.

2.1.1. L'étang de Lapalme

L'étang de Lapalme est le plus septentrional. Il s'étend sur 600 ha entre le massif des Corbières à l'ouest et la Méditerranée à l'est. Il est caractérisé par sa faible profondeur moyenne (60 cm) et par la présence dans sa partie sud de petites dépressions vaseuses sous forme de cuvettes de 1,20 m environ de profondeur. Il communique avec la mer par un chenal intermittent, le grau de la Franqui. Ses valeurs de salinité sont très fluctuantes (GOURRET, 1897).

2.1.2. L'étang de Salses-Leucate

Cette lagune couvre une superficie de 5400 ha. Elle est bordée au nord et à l'ouest par les Corbières, au sud par la plaine alluviale du Roussillon, à l'est la Méditerranée avec laquelle les communications se font par l'intermédiaire de trois graus permanents (du nord au sud : grau des Conchyliculteurs, de Port-Leucate et Saint-Ange). Les apports d'eau

douce sont faibles et se limitent à des sources vauclusiennes situées dans sa partie sud-ouest (Font-Dame et Font-Extrammar). Au contraire les entrées d'eaux marines sont importantes et l'étang se comporte plutôt comme une baie marine, les salinités se situant entre 32 et 38 ‰ (HERVE, 1978).

2.1.3. L'étang de Bourdigou

Ce plan d'eau est le plus petit (25 ha) des étangs étudiés. Il reçoit les eaux douces du ruisseau de Torreilles et communique par un petit grau permanent avec la mer (MARFIN, 1981). La stratification des eaux (douces en surface, $S < 3 \text{ ‰}$) et salées en profondeur (S voisine de 20 ‰) correspond à ce de d'un milieu estuarien.

2.2. Les engins de prélèvements

Différents engins de pêche ont été utilisés :

- l'épuisette (fin maillage = 500 μm),
- le haveneau (mailles de 5 mm),
- la senne de plage,
- la pêche électrique.

L'épuisette et le haveneau sont les engins les mieux adaptés dans les zones de faible profondeur (60 cm à 1 m), en particulier dans les herbiers et dans les cuvettes de l'étang de



FIG. 1 — Mâieux saumâtres du Roussillon (d'après les Services Hydrographiques de la Marine, 1957)

◆ Sites de prélèvements

Lapalme. La senne de plage convient mieux dans les zones un peu plus profondes, à partir de 1 m. La pêche électrique s'effectue uniquement dans les eaux douces de Font-Dame et de Font-Extrammar.

2.3. Traitement des échantillons

L'étude a porté sur 1075 anguilles dont les tailles varient de 6 cm à 25 cm, les captures ayant été effectuées mensuellement entre novembre 1979 et octobre 1981. À chacune des pêches, plusieurs paramètres sont notés : température, salinité, facteurs météorologiques et heure de capture. Les échantillons sont immédiatement immergés dans du formol à 5 % puis, de retour au laboratoire, pesés (poids en g), mesurés (LT en cm).

Dans les estomacs voisinent des proies plus ou moins bien conservées. Ainsi, les Annélides Polychètes se présentent soit entières, soit sous forme de fragments (soies, extrémité antérieure) selon que la digestion est plus ou moins avancée.

Par contre, la carapace des Crustacés résistait bien aux sucs digestifs, restent identifiables même au niveau de l'intestin.

2.3.1. Méthodes d'étude des contenus stomacaux

Les méthodes d'analyse des contenus digestifs sont nombreuses et ont donné lieu à des revues de synthèse (HYNES, 1950; PILLAY, 1952; BERG, 1979; HYSLOP, 1980). Les principales méthodes proposées sont les suivantes :

— méthode des présences, volumétrique, numérique, des points et mixte. Conformément à la revue critique effectuée par MARFIN (1981), la méthode mixte (HUREAU, 1970) a été adoptée, qui prend en compte le nombre, la taille et le poids des diverses proies.

Les paramètres suivants ont été mesurés :

- N = nombre d'estomacs examinés
- N_0 = nombre d'estomacs vides
- N_p = nombre d'estomacs pleins
- N_1 à N_n = nombre total des proies 1 à n
- N_t = nombre total des proies
- n_1 à n_n = nombre d'estomacs contenant la proie 1 à n
- W_1 à W_n = poids des proies 1 à n
- W_t = poids frais total des proies

Les coefficients suivants ont été calculés :

- V = coefficient de vacuité $\frac{N_0}{N} \times 100$
- N_m = nombre moyen des proies par estomac $\frac{N_t}{N_p} \times 100$
- N_1 = nombre moyen des proies 1 à n par estomac $\frac{N_1}{N_p}$

— f = indice de fréquence en nombre d'une proie $f = \frac{n}{N_p} \times 100$

— CN_1 = pourcentage en nombre d'une proie $\frac{N_1}{N_t} \times 100$

— W_n = poids moyen des proies par estomac $\frac{W_t}{N_p} \times 100$

— W_1 = poids moyen des proies 1 à n par estomac $\frac{W_1}{N_p}$

— $\frac{C W_1}{W_t} \times 100$ = pourcentage en poids d'une proie

— R = indice de réplétion, rapport du contenu stomacal exprimé en poids sec au poids-sec du poisson

$$R = \frac{W_{es} ss}{W_s} \times 100$$

III — RÉSULTATS

4260 proies ont été identifiées dans les 1075 contenus stomacaux examinés.

Le régime alimentaire de l'anguille est carnivore

D'une façon générale, toutes les proies appartiennent aux groupes zoologiques suivants :

Crustacés	: Copépodes, Amphipodes, Isopodes, Décapodes
Annélides	: Polychètes
Insectes	: Diptères (larves)
Mollusques	: Gastéropodes
Poissons	: <i>Atherina boyeri</i> , <i>Anguilla anguilla</i>

Le tableau II rend compte des espèces consommées selon chacun des milieux.

La présence fréquente de grains de sable et de débris végétaux provient du comportement alimentaire de l'anguille, sa voracité est telle que ces éléments sont intégrés en même temps que les proies.

Les différences observées dans les contenus stomacaux traduisent des variations de régime qui dépendent d'un certain nombre de facteurs tels que la localité, la saison, le cycle journalier et le stade de développement. Ceux-ci seront examinés successivement.

1 — LE SITE DE PRÉLÈVEMENT

Les crustacés constituent la base du régime dans chacun des milieux. Les variations se situent au niveau des espèces consommées. Ainsi, les Gammaridés dominent à Lapalme (f varie de 71 à 87 %). Les Idothées sont les proies principales à

TABLEAU II
Les différences espèces de proies recensées dans chacun des milieux
(L = Lapalme, SL = Salses Leucate, B = Bourdigou)
DV : débris végétaux — ++ : présence

Groupe	Classe	Espèce	L	SL	B	Sable	DV
Copépodes		Harpacticoides	50		31	++	
		<i>Gammarus locusta</i>	524	997	287		++
Amphipodes		<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	28			++	
		<i>Corophium insidiosum</i>			520		
Crustacés		<i>Idothea balthica</i>	13	266			++
		<i>Idothea chelipes</i>					
		<i>Cyathura carinata</i>		6			
		<i>Spheroma hookeri</i>	44	134	387		++
Décapodes		<i>Crangon crangon</i>	1				
		<i>Carinus maenas</i> (<i>mediterraneus</i>)	2				
Diptères		Larves de <i>Chironomes</i>	195		710		
Mollusques	Gastéropodes	<i>Hydrobia</i> sp.		18	3		
Annélides	Polychètes	<i>Nereis diversicolor</i>	36		7	++	
Teleostéens		<i>Atherina boyeri</i>		1			
		<i>Anguilla anguilla</i>			2		

Salses-Leucate (f varie de 66 à 100 %), tandis que les Corophidés le sont au Bourdigou (f voisin de 100 %), ceux-ci étant d'ailleurs remplacés par des larves de Diptères au printemps

TABLEAU III
Variations du coefficient de vacuité V
et de la température moyenne de l'eau avec la saison

2 — LA SAISON

Le tableau III regroupe les valeurs du coefficient de vacuité V calculé par saison, associées aux moyennes thermiques saisonnières. Il montre que ses valeurs sont élevées en hiver (50 à 95 %) période où l'activité alimentaire est réduite. Elles diminuent au cours du printemps (43 à 58 % en mars, 16 à 28 % en avril) pour s'élever de nouveau en été (60 à 78 % en août) avant de décroître au début de l'automne (37 % à 50 %). Ces variations sont liées aux fluctuations de la température de l'eau : les températures basses ($\leq 8^{\circ}\text{C}$) aussi bien que les températures élevées ($\geq 28^{\circ}\text{C}$) provoquent une nette diminution de l'activité trophique. Celle-ci semble optimale à partir de 15°C et jusque 25°C .

Saison	Lapalme				Bourdigou			
	Roquette		Fontaines					
	T°C	V	T°C	V	T°C	V	T°C	V
Printemps *	16,6	38,8	12	36	17	70	17	31
Été *	25,5	66,8	24,5	48,5	18	27	27	64
Automne	17	50	15	52	17	43	12	40,3
Hiver	8,7	58	8	78	14	95	8	50

3 — LE CYCLE JOURNALIER

Il a été étudié sur l'étang de Lapalme par les pêches réali-

sées toutes les 2 heures pendant 48 heures consécutives au cours du printemps et de l'été. Les variations des valeurs de V (coefficient de vacuité) et de N_m (nombre moyen de proies)

en fonction du cycle de 24 heures (exprimé en heures solaires) ont été portées sur la figure 2.

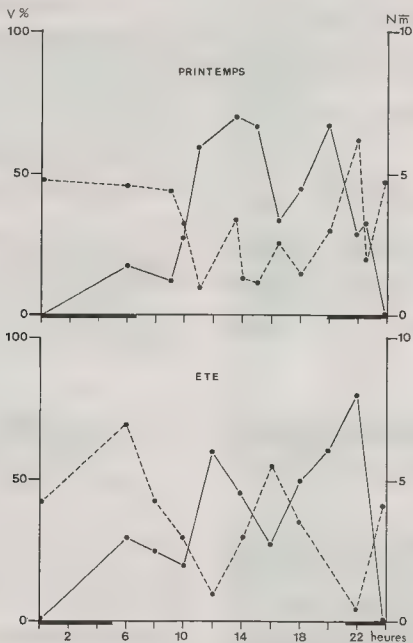


FIG. 2. — Cycle journalier de l'activité trophique des caddis et des anguillettes de l'étang de Lapalme (au printemps et en été).
Coefficient de vacuité V —
Coefficient de vacuité N_m ---

Au printemps l'activité trophique présente deux pics. Le premier nocturne, le plus important, débute vers 22 heures ($V = 0$ à 20% et $N_m = 5$) et se prolonge jusqu'au matin (8 h). Le second de faible amplitude se situe autour de 16 heures ($V = 30\%$ et $N_m = 2,5$).

En été, les fluctuations sont du même ordre mais de plus grande amplitude. Les périodes d'activité alimentaire sont maximales au cours de la nuit (maximum à 24 h : $V = 0\%$ et $N_m = 4,2$) et à un degré moindre au cours de l'après-midi (vers 16 h : $V = 25\%$ et $N_m = 5,5$).

4 — LE STADE DE DÉVELOPPEMENT

Les anguilles ont été classées selon les stades de développement suivants (classification de STRUBBERG, 1913, modifiée par ELIE *et al.*, 1982)

- civelle transparente : VB, VI A₀
- civelle en cours de pigmentation : VI A₁, VI A₂, VI A₃
- civelle en fin de pigmentation : VI A₄, VI B
- anguilllette jaune.

Le tableau IV représente les pourcentages d'estomacs pleins en fonction des différents stades de pigmentation chez les civelles. Il apparaît que les civelles transparentes et celles en début de pigmentation ne présentent aucune activité nutritionnelle. L'alimentation débute seulement au stade VI A₃ soit au moment du développement de la pigmentation. Pour les stades VI A₄, VI B et anguilllettes jaunes, une relation a été établie, entre la taille et le nombre des proies et la longueur des poissons.

La figure 3 montre que l'amplitude de la taille des proies varie considérablement pour toutes les classes de taille comprises entre 6 et 20 cm. Au fur et à mesure de leur croissance, les anguilles tendent à consommer des proies dont la taille s'accroît (bien qu'elles continuent à se nourrir de petites proies), leur régime est alors constitué de proies de tailles variables (1 à 15 mm pour LT = 15 cm).

La figure 4 rend compte de la relation de taille entre les proies et les poissons, après transformation logarithmique ($L_p = 0,49 L_A^{0,47}$).

La valeur relativement faible du coefficient de corrélation ($r = 0,82$) s'explique par l'ingestion de proies de petite taille (Copépodes Harpacticoides de 1 mm) par les individus de 15 cm.

Le nombre moyen de proies par estomac (N_m) ne présente pas de variations importantes avec la taille des poissons (6 à 20 cm).

Le tableau V montre les relations entre LT et N_m ; les plus jeunes (civelles) consomment des petites proies (Annélides, Diptères) présentes sur les fonds de faible profondeur alors que les anguilllettes (taille supérieure à 10 cm et surtout celles proches de 20 cm) se nourrissent dans les herbiers de proies plus volumineuses (Idothées et Gammarus).

L'étude du coefficient R en fonction des classes de taille

TABLEAU IV
Activité trophique des civelles
en fonction du stade de pigmentation

Civelle	Stade	Activité trophique
Transparente	VB, VI A ₀ , VI A ₁	0
En cours de pigmentation	VI A ₂ VI A ₃	0 ++
Fin de pigmentation	VI A ₄ VI B	++ ++

(Fig. 5), complète l'étude des variations en nombre de proies. Ces variations (de 3,5 % pour les classes de taille de 6 à 8 cm, à 0,5 % pour les classes de taille de 19 à 21 cm) indiquent que l'activité nutritionnelle diminue au cours de la croissance des anguilles. La relation qui lie R à la taille (LT) est du type $R = a LT^b$, soit dans le cas présent, $\log R = 1,29 - 0,42 \log LT$ ($r = 0,76$). La faible valeur de r (0,76) provient d'un biais dans les mesures de poids sec, introduit par le grand nombre de petits Copépodes ingérés par les individus de 15 cm (LT)

TABLEAU V
Relation entre le nombre moyen des proies (N_m)
par estomac et la taille des anguilles

Classe de taille LT en cm	N_m
6 — 7	5
7 — 8	4,3
8 — 9	4,6
9 — 10	2,3
10 — 11	2
11 — 12	5,3
12 — 13	6
13 — 14	5
14 — 15	6
15 — 20	4,4
> 20	6,6

IV — DISCUSSION

Dans les eaux saumâtres des milieux lagunaires du littoral méditerranéen, la nourriture des jeunes anguilles n'est pas

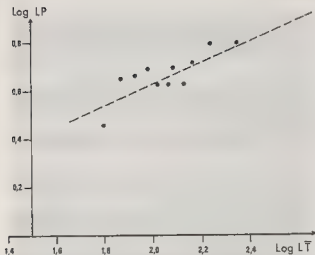


FIG. 4. — Relation logarithmique entre la taille des anguilles ($\text{Log } L_T$) et celle des proies ($\text{Log } L_P$).

En ce qui concerne l'établissement de leur activité alimentaire, il convient de noter que les stades les plus jeunes (civelles transparentes VB, VIA₀, VIA₁ et en cours de pigmentation VIA₂) ne s'alimentent pas (coefficient de vacuité = 100 %). La prise de nourriture débute seulement au stade VIA₃ et le coefficient de vacuité diminue alors ($V = 45$ %). Ces données sont en accord avec les observations anatomohistologiques de LANGLE (communication personnelle) qui mentionne l'existence, dans les tractus digestifs des civelles transparentes, de trois systèmes de valvules s'opposant à tout transit alimentaire. Dès que l'activité nutritionnelle s'est installée, le régime tend à être plus différencié chez les jeunes qu'il ne l'est par la suite au cours de la croissance, ainsi que l'a noté NEVEU (1981).

L'alimentation obéit à un rythme saisonnier, l'arrêt de la prise de nourriture pouvant être total en hiver lorsque la température (10°C) est faible (MOORE et MOORE, 1976). Le ralentissement d'activité trophique lié aux conditions thermiques observé au cours de l'hiver a également été observé par SINHA et JONES (1967) et par TESCH (1977). Les prises de nourriture sont les plus actives au cours du printemps et de l'automne et, au maximum d'activité trophique du printemps fait suite un ralentissement estival observé pour des températures voisines de 30°C (en particulier dans les lagunes de faible profondeur comme à Lapalme). Ce ralentissement a également été relevé par SINHA et JONES (1967) et par EZZAT et EL-SERAFFY (1977).

Au cours du printemps, l'alimentation se situe surtout pendant la nuit mais se poursuit également dans la journée, en particulier l'après-midi. L'inactivité diurne augmenterait d'ailleurs au cours du développement (TESCH, 1977 et NEVEU, 1981) et les plus grandes anguilles ne présenteraient plus qu'une activité nocturne (MORIARTY, 1972; EZZAT et EL-SERAFFY, 1977).

Par ailleurs, une relation a été établie entre la taille des proies et celle des poissons, les petites anguilles consommant

des proies de plus petites tailles que celles ingérées par les grandes (NEVEU, 1981). Au cours de la croissance la consommation d'aliments tend à décroître par unité de poids (poids sec), phénomène qui a également été mis en évidence par EZZAT et EL-SERAFFY (1977) chez les anguilles, et par BLEGGAD (1917) et VILLIERS (1979) chez les Gobioides.

Il convient de noter que l'ichthyophagie signalée par plusieurs auteurs, en particulier chez les individus de plus grande taille (MORIARTY, 1972; TESCH, 1977), équivalait le plus souvent à une forme de cannibalisme propre. Les civelles servent occasionnellement de proies aux anguillettes, ainsi que l'avaient déjà noté SINHA et JONES (1967) et TESCH (1977).

CONCLUSION

L'activité alimentaire de la civelle ne s'établit que progressivement en milieu lagunaire. Son régime, et celui de l'anguillette est à base d'invertébrés benthiques et à dominance de Crustacés.

Les anguillettes font preuve d'une grande adaptation aux divers milieux saumâtres qu'elles colonisent.

Leur grand opportunisme alimentaire qui réduit les compétitions interspécifiques en particulier avec le loup *Dicentrarchus labrax*, ROBLIN (1980) et l'atherine *Atherina boyeri*, MARFIN (1981), et leur rythme élevé d'activité trophique (jour et nuit) constituent des facteurs favorables à une bonne stratégie d'occupation des milieux lagunaires, ainsi qu'à des taux de croissance relativement élevés.

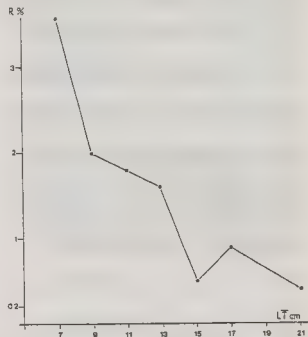


FIG. 5. — Moyenne journalière du coefficient de répletion (rapport du contenu stomacal exprimé en poids sec, au poids sec du poisson, et en %) en fonction des différentes tailles (L_T en cm) des anguillettes.

BIBLIOGRAPHIE

- BERG (J.), 1979. — Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Bio.*, **50**, p. 263-273.
- BIRO (P.), 1974. — Observations of the food of eel (*Anguilla anguilla*) in lake Balaton. *Ann. Inst. biol. (Tihany) Hung. Acad. Sci.*, **41**, p. 133-152.
- BLEGVAD (H.), 1916. — On the food of fishes in the Danish waters within the Shraw. *Rep. Dan. biol. Sin.*, **24**, p. 17-72.
- DEELDER (C.L.), 1973. — Synopsis des données biologiques sur l'Anguille *Anguilla anguilla* (L.) 1758. *Synopsis FAO*, **80** (Pêche).
- ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE L., CHARLON N., 1982. — Définitions des limites des différents stades pigmentaires durant la phase cœlle d'*Anguilla anguilla* (Poisson Téléostéen Anguilliforme). *Vie et Milieu*, **32** (1) : 149-157.
- EZZAT (A.E.) et EL SERAFFY (S.S.), 1977. — Food of *Anguilla anguilla* in lake Manzalah - Egypt. *Mar. Bio.*, **41** (3), p. 287-291.
- FISCHER (Z.), 1977. — Nitrogen changes in starved eel *Anguilla anguilla*. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **24** (2), p. 289-298.
- FROST (W.E.), 1946. — Observations on the food of eels *Anguilla anguilla* from Windermere catchment area. *J. Anim. Ecol.*, **15** (1), p. 43-53.
- GOURRET (P.), 1897. — Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries. *Ann. Mus. hist. nat. Marseille*, **1**, p. 1-386.
- HERVÉ (P.), 1978. — Ichthyofaunes comparées de deux étangs littoraux du Roussillon : Canet Saint Nazaire et Salses Leucate. Écologie générale et Biologie de diverses espèces de Poissons. Thèse de 3e cycle, Université P. et M. Curie, Paris, 253 p.
- HYNES (H.B.N.), 1950. — The food of freshwater sticklebacks, methods used in the studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, **19**, p. 36-58.
- HYSLOP (E.J.), 1980. — Stomach contents analysis a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.*, **17** (4), p. 411-429.
- HUREAU (J.C.), 1970. — Biologie comparée de quelques poissons antarctiques. *Bull. Inst. Oceanogr. (Monaco)*, **68** (1391), p. 1-244.
- JEDRYCZKOWSKI (W.), 1979. — Elements of energy balance of eel *Anguilla anguilla*. *Pol. arch. Hydrobiol.*, **26** (1-2), p. 159-172.
- LARSSON (A.) et LEWANDER (K.), 1973. — Metabolic effect of starvation in the eel, *Anguilla anguilla*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **44 A**, p. 367-374.
- LECOMTE-FINIGER (R.), 1983. — Contribution à la connaissance de l'écobiologie de l'anguille *Anguilla anguilla* L. 1758 des milieux lagunaires méditerranéens du Golfe du Lion : Narbonne et Roussillon. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Perpignan, 203 p.
- MARFIN (J.P.), 1981. — Biologie de l'Athérine : *Atherina boyeri*, Risso 1810 dans trois milieux saumâtres du Roussillon (Leucate - Canet - Bourdigou). Thèse de 3e cycle, Université P. et M. Curie, Paris, 240 pp.
- MORIARTY (C.), 1972. — Studies of the eel *Anguilla anguilla* in Ireland (in lake Corrib System). *Ir. Fish. Invest. Ser. A (Freshw.)*, **16**, p. 1-39.
- MOORE (J.W.) et MOORE (I.A.), 1976. — The basis of food selection in some estuarine fishes. Eels whiting sprat and stickleback. *J. Fish. Biol.*, **9**, p. 375-390.
- NEVEU (A.), 1981. — Variations saisonnières et journalières de l'alimentation de l'anguille dans des conditions naturelles. *Acta Oecol. Oecol. applic.*, **2** (2), p. 99-116.
- NYMAN (L.), 1972. — Some effects of temperature on eel (*Anguilla anguilla*) behaviour. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, **52**, p. 90-102.
- OPUSZYNSKI (K.) et LESZYNSKI (L.), 1967. — The food of young eels (*Anguilla anguilla*) from several lakes and a river in northern Poland. *Ecol. pol. Ser. A*, **15**, p. 410-424.
- PILLAY (T.V.R.), 1952. — A critic of methods of study of food of fishes. *J. Zool. Soc. India*, **4** (2), p. 185-200.
- ROBLIN (C.), 1980. — Étude comparée de la biologie du développement (gonadogenèse, croissance, nutrition) du loup *Dicentrarchus labrax* en milieu naturel et en élevage contrôlé. Thèse U.S.T.L. Montpellier, 272 pp.
- SINHA (V.P.R.) et JONES (J.W.), 1967. — On the food of the freshwater eels and their feeding relationship with the salmonidae. *J. Zool. (Lond.)*, **153** (1), p. 119-137.
- STRUBBERG (A.), 1913. — The metamorphosis of elvers as influenced by outward conditions. *Medd. Komm. Danm. Fisk.-og Havunders.*, **4** (3), p. 1-11.
- SVÄRDSON (G.), 1972. — The predatory impact of eel *Anguilla anguilla* on populations of Cray fish (*Astacus astacus*). *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, **52**, p. 149-191.
- TESCH (F.W.), 1977. — The eel. Biology and management of anguillid eels. Chapman and Hall (ed.) - London, 434 pp.
- THOMAS (J.D.), 1962. — The food and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) and its feeding relationship with the salmon parr (*Salmo salar* L.) and the eel (*Anguilla anguilla*) in the river Teify, West Wales. *J. Anim. Ecol.*, **31**, p. 175-205.
- VILLIERS (L.), 1979. — Contribution à l'étude de la nutrition et de ses aspects énergétiques chez les formes juvéniles de *Deltentosteus quadrimaculatus*. Thèse de 3e cycle, Université P. et M. Curie, Paris, 175 pp.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Marie-José DOLE. — **Le domaine aquatique souterrain de la plaine alluviale du Rhône à l'est de Lyon ; écologie des niveaux supérieurs de la nappe**. Thèse de Doctorat de 3^e cycle (écologie des eaux), soutenue le 13 octobre 1983 à l'Université Claude-Bernard Lyon—I. JURY : M. BOURNAUD, R. GINET, J.L. REYGROBÉLLET, R. ROUCH

Depuis 1974 s'est développé un programme de recherches à long terme visant à étudier la structure et le fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. En amont de Lyon, ce fleuve a la particularité de s'accompagner de nombreux bras morts qu'il a formés, puis abandonnés progressivement au cours de son évolution chronologique, créant ainsi un système fluvial complexe. Les différentes unités de cet écosystème et les inter-relations qu'elles présentent ont été délimitées par les travaux de l'A.S.P. — P.I.R.E.N. n° 2 du C.N.R.S. «gestion écologique des ressources en eau».

Dans cette plaine alluviale fortement aquifère, imprégnée d'une nappe d'eau souterraine épaisse de 15 à 30 mètres, le milieu aquatique hypogée constitue un véritable trait d'union entre les divers biotopes épigés non coïncidés. C'est pourquoi une étude approfondie a été entreprise parallèlement sur le «Rhône souterrain».

Association mixte entre les formes animales des milieux benthiques, terrestres ou endogés, et celles des milieux interstitiels plus profonds, la couche étudiée, située à proximité de la surface, a été présentée comme un écotone ; elle correspond à une zone de transition entre la zone supérieure d'infiltration et la zone profonde noyée en permanence. Elle est dotée, par le biais de processus physico-chimiques et biologiques complexes faisant intervenir la micro et la méso faune, d'un certain pouvoir d'auto-purification. En fait, cet écotone constitue un véritable «filtre biologique», à capacité minéralisatrice, qui complète l'action du sédiment lui-même, lequel joue, par adsorption des particules solides et des différents ions, le rôle de «filtre mécanique». L'action de la macrofaune y est importante, non seulement dans l'activation et la régénération du film microbien, mais également dans le traitement de la matière organique circulant à travers le système.

Bien que très productrice, cette lisière n'englobe cependant pas la totalité de l'activité biologique interstitielle. Les peuplements se répartissent en effet sur une plus faible épaisseur que l'on pourrait définir, au regard de l'épaisseur totale de la nappe sous-jacente, par le terme de «pellicule biologique». Dans cette pellicule, la limite entre la «zone de transition» et

la zone plus profonde semble assez floue, sans doute parce que géographiquement variable sur des aires de répartition continues, et sensible à de multiples facteurs.

C'est pourquoi cette recherche sur la structure de la «pellicule biologique» a été entreprise dans trois biotopes représentatifs du système fluvial. L'aspect microbien de la biologie des nappes phréatiques étant relativement mieux connu, ce travail porte uniquement sur la faune des Métazoaires. En dehors de son aspect fondamental, ce travail se montre opportun par le fait que la zone d'étude est directement concernée par l'implantation des futurs sites de captage des eaux potables de la Communauté Urbaine de Lyon ; la connaissance antérieure des milieux souterrains et de leur «pellicule biologique» s'avère intéressante avant la réalisation des travaux.

Ce sont là les bases sur lesquelles repose le mémoire de M.J. DOLE, laquelle a choisi d'étudier trois stations différentes par leur alimentation en eau souterraine, qui résulte de leur relation plus ou moins étroite avec le fleuve ; ce sont :

- 1 — la «station 8», située sur un banc de galet au bord même du cours d'eau, dont le régime naturel est profondément modifié par un barrage hydroélectrique voisin (Jons) ;
- 2 — la «station 9», sous l'eau d'un bras-mort (ou lône) encore relié au Rhône par l'aval, mais qui est alimenté par la nappe phréatique régionale et par le sous-écoulement de l'Ain, affluent jurassien du Rhône.
- 3 — la «station 10», dans une ancienne lône qui n'a plus aucun rapport actuel avec le Rhône et qui est alimentée uniquement par la nappe phréatique régionale.

Quatre chapitres se partagent ce Mémoire (163 pages, 42 figures, nombreux tableaux numériques et synthétiques indexés, bibliographie 112 titres, annexes, 5 planches photo). Ils concernent les points suivants :

- 1 — le biotope : hydrogéomorphologie ; description des sites et justification du choix des trois stations étudiées ;
- II — hydrobiologie : paramètres hydrologiques descripteurs (eau de surface ; eau souterraine), physico-chimie comparée ;
- III — étude faunistique. technique d'échantillonnage (méthode de pompage manuel Bou-Rouch) composition des biocénoses de chacune des stations (station 8 : 157 unités systématiques dont 26 hypogées ; st. 9 : 112/23 ; st. 10 : 107/32 avec, en moyenne, respectivement 3109, 1310 et 361 individus par

prélèvement); zonation verticale (analyse par paliers tous les 50 cm, de -0,50 m à -1,50 m (st. 8 et 9) et à -3 m (st. 10). Une étude statistique approfondie (analyse factorielle) a permis de déterminer dans chaque station l'identité et l'importance des facteurs de variations et de les situer les uns par rapport aux autres ;

IV — recherche des facteurs responsables de la répartition verticale de la faune : facteurs biotiques et abiotiques (texture du sédiment, matière organique et valeur énergétique du sédiment).

L'ensemble de ce travail souligne l'entité faunistique des

trois peuplements interstitiels étudiés dans le même site alluvial, ainsi que leur stratification verticale, qui traduit la variabilité de la « pellicule biologique ». L'étude de certaines variables du milieu a été abordée pour fournir une explication, au moins partielle, à cette diversité ; si toutes les relations entre les variations verticales de la biocénose et celles des facteurs du milieu n'ont pas pu être définies, car elles dépassent largement le cadre temporel de cette étude, quelques correspondances ont pu être établies entre stratification biocénotique et évolution verticale de certaines variables du biotope. Les résultats peuvent être rassemblés et résumés par le tableau suivant :

	STATION 8	STATION 10	STATION 9
NOMBRE D'AXES TRADUISANT	1	2	0
LA PROFONDEUR			
RELATION			
FAUNE — PROFONDEUR	TRÈS FORTE	FORTE	pratiquement INEXISTANTE
U.S. SOUTERRAINE	Archannelides AF 1	Microparasellides (AF.1 + AF.2)	Niphargides (AF 1)
PRÉPONDÉRANTE			
GRADIENT - PROFONDEUR	porte essentiellement sur les hypoges	régulier, portant sur l'ensemble de la biocénose	très faible à INEXISTANT
VARIATIONS VERTICALES QUANTITATIVES DE L'ENSEMBLE DE LA BIOCÉNOSE	très forte décolonisation des couches situées en dessous de -0,5 m	existence de maximums à -0,5 m et à -2 m	gradient de densité assez régulier
STRUCTURE VERTICALE DE LA BIOCÉNOSE	variations d'ordre QUALITATIF et QUANTITATIF		STRUCTURE STABLE variations quantitatives
CARACTÉRISTIQUES BENTHOS SUS-JACENT	très abondant et diversifié	pauvre et peu diversifié	moins abondant et moins diversifié qu'en St 8
GRANULOMÉTRIE	colmatage en profondeur	évolution régulière jusqu'à -2m	granulométrie HOMOGENE
RESSOURCES NUTRITIVES DU MILIEU	diminuent en profondeur	diminution du taux de matières organiques jusqu'à -2 m	diminution de la quantité de débris végétaux avec la profondeur
PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU	pas de gradient observé sur les composants étudiés		existence d'un GRADIENT RÉGULIER

La formulation de ces correspondances conduit à un schéma hypothétique simplifié, permettant d'expliquer les différences les plus importantes observées sur la structure de la pellicule biologique dans les trois stations

À la station 8, l'existence d'un benthos très abondant et diversifié serait responsable de la présence d'un hyporhéos

temporaire important, dont les éléments sont souvent peu adaptés à la vie interstitielle, et qui est donc observé principalement au premier niveau du pompage. La réduction du volume interstitiel habitable et la diminution de la capacité nutritive de milieu avec la profondeur contribuent également à accentuer la chute de la densité animale observée, qui se manifeste par une décolonisation très spectaculaire au-delà

de —0,50 m. Les Archimérides seraient mieux adaptés aux horizons profonds, moins hospitaliers, ces organismes phréatobies (*Troglochaetus*) étant les seuls dont la densité augmente de manière importante avec la profondeur.

Au contraire, à la station 10, le benthos, pauvre et beaucoup moins diversifié, interviendrait peu sur la structure de la pellicule biologique. La faune qui peuple ce site est d'ailleurs plus typiquement phréatobie. C'est la composition granulométrique du sédiment qui aggraverait de manière prépondérante sur ses composants zoologiques essentiels (*Troglochaetus*, *Niphargus*, *Salentinella* et surtout *Microcharon* qui se développe particulièrement bien dans les biotopes stables constitués par les anciens alluvions du Rhône).

Dans le milieu hyporhéique dont l'hydrologie est dépendante de l'existence du barrage hydroélectrique voisin, les facteurs physiques semblent limiter fortement l'implantation de la plupart des formes animales interstitielles, que l'on ne rencontre pratiquement jamais dans le sous-écoulement des cours d'eau, objet de fréquents remaniements; Microparasellides, Archimérides, de constitution fragile ne se développent en effet que dans des milieux relativement calmes. De même, les animaux interstitiels sensibles au courant sont peu abondants (Ostracodes) ou totalement absents (Bathynelles) et seuls les organismes hypogés plus résistants (*Niphargus*, *Niphargopsis*) colonisent ce biotope.

Dans la station 9, l'homogénéisation du milieu interstitiel hyporhéique réalisée par l'activité du fleuve serait à l'origine de la structure granulométrique verticale du substrat; cette stabilité peut être mise en parallèle avec celle de la structure de la biocénose avec la profondeur.

D'une station à l'autre, les variables du milieu n'ont donc pas le même impact sur la structure de la pellicule biologique. Des espèces animales différentes contribuent fortement à définir et à décrire les variations caractéristiques de ces pellicules biologiques. Les espèces présentant des sensibilités différentes aux agents de la répartition verticale justifieraient en partie la prépondérance de certains facteurs dans certains biotopes.

La pellicule biologique interstitielle joue un rôle encore peu connu, mais sans doute très important au sein des écosystèmes dulcicoques, par l'intermédiaire du benthos. Une recherche préisse des mécanismes qui la structurent et la gouvernent serait essentielle pour la compréhension et la valorisation de ce milieu encore négligé par les hydrobiologistes. Mais, connaissant les différences faunistiques qui caractérisent chacun des sites régionaux en fonction de leur appartenance à des unités hydrographiques distinctes du réseau fluvial superficiel, l'importance du facteur «profondeur» dans la variabilité de chaque biocénose, les unités systématiques qui illustrent le mieux ce facteur, la présence et l'influence d'autres causes de variabilité, et les principaux agents de stratification susceptibles d'entrer en jeu, il est maintenant possible de bâtir un protocole expérimental explicite et rigoureux qui permettra, par l'intermédiaire des systèmes mathématiques d'exploitation des données, d'obtenir des réponses plus précises aux problèmes encore en suspens.

Jacques MATHIEU. — **Le métabolisme respiratoire de *Niphargus* (Amphipode hypogé). Déterminisme de sa variation par la comparaison de *Niphargus rheinodanensis*.** Thèse de Doctorat d'État, soutenue le 12 juillet 1983 à l'Université Claude-Bernard Lyon—I. JURY : Mme N. COINEAU, MM. J. DAVID, R. GINET, C. JUBERTHIE, E. PATTEE.

Le métabolisme respiratoire est l'intégrateur des facteurs physiologiques et des sollicitations externes de l'environnement sur l'individu. Le jeu multiple de ces influences fait que la consommation d'oxygène de l'individu est toujours variable et différente d'un individu à l'autre, et d'une population à l'autre. Cette variabilité est souvent masquée par le calcul de valeurs moyennes, qui ont certes leur justification intrinsèque, mais qui peuvent ne pas manifester l'importance soit du contexte physiologique (résultant de l'appartenance des individus à des milieux bien précis), soit du contexte écologique global. Un certain nombre de causes de cette variabilité échappent à l'observation ou à l'expérience, car elles ont déjà agi sur l'animal dans le milieu naturel avant sa récolte. Il importe donc de connaître ce qui a pu se passer antérieurement dans la vie de l'animal pour pouvoir bien interpréter les résultats des mesures.

La motivation première de ce travail consacré à l'Amphipode *Niphargus* était la réponse à une question posée à propos des durées de survie des individus après leur acclimatation : comment l'acclimatation de deux populations de *Niphargus* soumises à des conditions écologiques différentes se manifeste-t-elle au niveau du métabolisme respiratoire ? La durée de survie à différentes températures n'est, en effet, pas un critère suffisamment précis pour donner une réponse définitive. Pour répondre à cette question, il a été nécessaire de connaître d'abord le métabolisme d'animaux-témoins, métabolisme mesuré à une température aussi proche que possible de celle rencontrée dans la nature, avant d'expérimenter avec d'autres températures. C'est alors qu'est apparue cette variabilité individuelle de la consommation d'oxygène, dont les causes ont été alors analysées.

Le matériel biologique choisi pour cette étude répond à plusieurs impératifs, dont l'un apparaît des plus importants : par rapport à la grande majorité des animaux dulcicoques dont le métabolisme est déjà connu, *Niphargus* est un genre d'Amphipode souterrain, c'est-à-dire qu'il vit dans un environnement caractérisé à la fois par son obscurité et sa température, constante ou d'amplitude de variations très faible.

C'est ainsi qu'une population de *Niphargus rheinodanensis* vivant dans un karst, dont la stabilité factiellique écologique est caractéristique, a été comparée à une autre population, également souterraine, mais interstitielle, pour laquelle la stabilité du milieu est moins grande. L'expérimentation sur la première population, moins sollicitée par les variations extérieures, peut permettre de mieux comprendre les phénomènes d'adaptation des individus à des milieux plus instables. On peut donc espérer, au moins au niveau de la consommation d'oxygène, obtenir des résultats simplifiés par rapport à ceux recueillis avec d'autres animaux. La température du domaine karstique étant pratiquement constante au cours du temps, il est aisé de reconstituer l'ambiance thermique et de connaître le métabolisme des individus-témoins.

Les résultats ne seront pas aussi simples à interpréter lorsqu'ils seront comparés à ceux de la population phréatique qui est soumise, dans des proportions certes plus faibles que les animaux épigés, à l'influence de la lumière mais surtout à des variations thermiques notables. Cette dernière population pourra alors servir de «transition physiologique» entre les animaux hypogés et les épigés. Dans la mesure où les paramètres thermiques naturels sont très «tamponnés», l'expérimentation sur les variations ou des acclimations de température peut paraître simplifiée, et la solution du problème plus accessible, l'acclimation dépendant très étroitement de l'adaptation.

La masse du corps est généralement la source de variabilité individuelle de la consommation d'oxygène qui est la plus fréquemment étudiée. Pour *Niphargus*, c'est elle qui a été étudiée en premier; les résultats classiques, qui mettent en avant le fait que les petites animaux respirent plus activement que les gros ont été alors confirmés. Néanmoins, la variabilité résiduelle restait grande, et d'autres hypothèses devaient être dégagées pour expliquer ce fait. Les recherches entreprises dans cette perspective ont alors montré que les animaux gardés en élevage présentaient, au bout d'un certain temps, des caractéristiques biométriques différentes de celles des individus récemment capturés, et en particulier que leur masse avait évolué. Or, comme cette masse intervient, de façon directe et indirecte, dans les calculs de la consommation, elle modifie les résultats en conséquence, c'est pourquoi a été ensuite entreprise la recherche de l'influence de l'élevage sur les caractéristiques pondérales, donc biochimiques, des individus.

Cette recherche apportait la preuve que l'élevage «classique» (en milieu naturel reconstitué) avait un effet proche de celui du jeûne, et que les animaux ne pouvaient pas être conservés plus de un mois si l'on voulait préserver leurs caractéristiques biochimiques normales. Parallèlement des expériences de métabolisme respiratoire étaient entreprises pour montrer l'influence de la température, et pour rechercher le mode d'action de l'acclimation. C'est ainsi que, en plus de l'effet de la température en tant que cause de variabilité, un autre facteur plus ou moins imprévu est intervenu pour modifier la consommation d'oxygène : celui de la période de récolte, liée aux conditions climatiques du milieu.

Selon que les animaux sont récoltés à une période de l'année ou à une autre, leur métabolisme est différent; l'influence de la période précédant l'expérimentation a donc été recherchée, particulièrement au niveau de la composition biochimique des individus.

Une dernière cause de variabilité a enfin été mise en évidence : c'est celle relative à l'activité locomotrice. Sa relation avec le métabolisme respiratoire a été étudiée au niveau des individus-témoins; il existe une corrélation (très souvent faible) entre cette consommation d'oxygène et l'activité individuelle. Il restait à analyser alors l'influence de la température sur cette activité, et par conséquent sur la respiration.

Le mémoire établi sur ces bases s'appuie sur onze publications échelonnées depuis 1973. Son but est donc de tracer une synthèse sur les connaissances acquises quant à la variabilité de la consommation d'oxygène de *Niphargus rhenorhodanensis* en particulier pour les causes qui ont été citées. L'ensemble est replacé dans un contexte à la fois général et particulier au monde souterrain.

Les différentes causes de la variabilité du métabolisme de deux populations sont abordées dans l'ordre où elles viennent d'être évoquées :

- en premier lieu, action des conditions écologiques précédant l'expérimentation (action du jeûne; influence de l'élevage);

- en deuxième lieu, action de la température conjointement à celle de la masse du corps sur la consommation d'oxygène;

- en troisième lieu, influence de l'activité locomotrice et sa participation dans la consommation d'oxygène.

Un chapitre préalable est consacré au matériel et aux méthodes employées : sites des récoltes, modalités de l'élevage au laboratoire, techniques des mesures individuelles de la consommation d'oxygène à diverses températures (11, 15, 19, 23°C) et simultanément de l'activité locomotrice (amplitude et quantité des mouvements). Les comparaisons statistiques sont faites soit pour des animaux placés directement à la température expérimentale, soit pour des animaux préalablement acclimatés, ou bien à la température de l'expérience, ou bien à 4°C au-dessus, ceci pour connaître la réaction des animaux lorsque, à l'issue d'une mise en place à une température relativement élevée, ils se trouvent dans une eau plus fraîche (conditions naturelles pour la population d'origine phréatique).

Les données numériques obtenues mettent en avant le problème des variations individuelles du métabolisme respiratoire — sans pour autant les résoudre complètement. Cette variabilité à des causes multiples, interagissantes, liées aux conditions de vie naturelle des animaux, et vraisemblablement modifiées par les expériences. Les facteurs responsables sont loin d'être tous contrôlés et ils sont d'une importance différente selon que l'on s'adresse à la population liée à la surface, ou à la population nettement souterraine de cette espèce de *Niphargus*, d'écologie assez polyvalente; l'environnement, les ressources alimentaires (avec les possibilités de les utiliser), l'activité locomotrice, la période de reproduction des individus sont autant de facteurs naturels et physiologiques non contrôlés; grâce à l'expérimentation, la température, la masse de l'animal sont au contraire des facteurs contrôlables qui permettent de mieux appréhender les questions recherchées; mais c'est l'ensemble de ces facteurs qui apparaît comme pouvant agir directement ou indirectement sur la consommation d'oxygène.

Dépassant la seule étude de la variabilité individuelle, ces résultats permettent aussi d'apporter quelques renseignements sur l'influence relative de chacun des éléments responsables des valeurs du métabolisme; c'est ainsi que, paradoxalement, l'activité locomotrice n'a pas, dans l'évaluation de la consommation d'oxygène, la part qu'il était possible de prévoir, au regard de la masse ou de la température; sa contribution peut même être complètement masquée par d'autres phénomènes qui suffisent à eux seuls pour expliquer les valeurs obtenues.

Si des similitudes sont apparues constamment entre les deux populations expérimentées (phréatique et karstique), ce sont surtout leurs différences qui mettent en valeur le degré d'appartenance des individus aux biotopes qu'ils habitent, c'est-à-dire leur bonne adaptation à des conditions de vie différentes. C'est ainsi que, si les contraintes occasionnées

par l'environnement direct des animaux (eau libre ou non) se traduisent par des amplitudes de déplacements plus ou moins grandes, l'activité globale exprimée par le nombre de ces déplacements reste la même, très inférieure à celle d'un genre épigé voisin comme *Gammarrus*. C'est aussi la présence plus ou moins importante et régulière de nourriture qui amène les individus à réagir de façons variées.

Ce sont enfin les études relatives à la nutrition et à l'influence de la température qui ont montré que chaque population présente des caractéristiques physiologiques propres, qui peuvent être mises en relation avec son milieu de vie : la réponse métabolique à une augmentation de température est certainement le fait le plus démonstratif. Elle se manifeste au moins de trois façons, en fonction de l'origine écologique des individus : 1) le niveau métabolique est atteint d'emblée et reste inchangé (comme c'est le cas des espèces épigées) ; 2) ce niveau est élevé au début, puis il diminue rapidement (comme le montrent les *Niphargus* d'origine phréatique) ; 3) ce niveau augmente longtemps sans présenter de plateau (comme en témoignent les populations de *Niphargus* — et d'*Asellus* — karstiques).

Les individus phréatiques, dont l'adaptabilité semble moins immédiate que celle des formes épigées, feraient ainsi la transition entre ces dernières, qui subissent de fortes variations thermiques et assurent une régulation immédiate de leur métabolisme, et les populations karstiques qui vivent en milieu thermiquement stable et qui sont pratiquement incapables d'une semblable régulation.

Ces diverses informations convergent donc toutes pour montrer qu'au sein d'une même espèce morphologique, les adaptations d'ordre physiologique sont étroitement corrélées avec les caractéristiques écologiques des milieux de vie des populations concernées, et que, de plus, les individus subissant des variations naturelles sont vraisemblablement preuve d'une plus grande souplesse adaptative que ceux confinés dans un milieu stable. Cette adaptation permettrait aux animaux phréatiques une meilleure réponse métabolique aux conditions extrêmes de l'environnement par rapport aux animaux karstiques qui sont confinés dans un milieu plus stable.

L'ensemble de ce travail souligne enfin avec force toutes les précautions qui doivent présider aux recherches physiologiques sur le métabolisme respiratoire et à l'énoncé de leurs résultats, quant à la connaissance approfondie de l'écologie des animaux testés et de leur origine, et aussi des conditions de conservation et d'élevage au laboratoire.

Issiaka ZOUNGRANA. — Cycle saisonnier d'un écosystème pâturé du Massif central. Thèse de 3ème cycle. Université de Paris VI, soutenue le 21 septembre 1981. JURY : MM LAMOTTE, LOISEAU, ELKAÏM, Mme RICOU, M BLANDIN.

L'action de l'herbivore est un des facteurs qui détermine le fonctionnement des écosystèmes pâturés. La nature de cette action est une base de connaissance essentielle pour définir les formes optimales d'exploitation du milieu. Pour la caracté-

riser, on a réalisé une étude de l'évolution saisonnière de la végétation sur une pelouse d'altitude du Massif central, différenciée depuis 8 ans par deux modes de conduite du pâturage.

L'étude a été menée à 1350 m d'altitude dans les Monts Dore sur une pelouse à *Nardus stricta* L. conduite en pâturage tournant par des ovins selon 2 chargements :

— une parcelle fortement chargée (10 brebis/ha) et recevant une fumure phosphopotassique modérée (50 kg K₂O/ha/an) ; F

— une parcelle faiblement chargée (5 brebis/ha) ; T.

Les placettes de mesure ont été mises en défens pendant la période d'étude, de façon à étudier dans des conditions comparables l'arrière-effet des régimes de pâturage différenciés.

L'évolution de la matière organique a été envisagée depuis son élaboration jusqu'à son incorporation au sol par la voie de la litière. L'évolution des stocks organiques dans les différents compartiments a servi de base pour l'estimation des flux de matière dans l'écosystème :

STOCKS	FLUX
Herbe verte épigée	Production épigée
Herbe sèche épigée	Déshéchement
Litière	Incorporation à la litière
	Disparition de la litière
Racines	Croissance racinaire
Collets	Croissance des collets

Évolution des biomasses

Le réchauffement printanier provoque un réveil brutal de la végétation, au début du mois de juin. La croissance végétale se poursuit jusqu'à un maximum de biomasse verte de 4 t MS/ha au 26 août. L'augmentation de la biomasse verte au cours de cette période est de 3,0 t MS/ha sur T et 3,5 t MS/ha sur F.

Durant la phase de développement végétatif et de reproduction (jusqu'au 15 juillet), le déshéchement est inexistant ; on observe au contraire une diminution des stocks d'herbe morte épigée de 3,5 t MS/ha sur T et 1,1 t MS/ha sur F.

La présence de stocks plus élevés de biomasse morte épigée et de litière au début de la période de croissance sur T que sur F dénote l'existence d'une incorporation et d'une dégradation au sol de la litière pendant l'hiver sur le pâturage le plus chargé. L'activité hivernale et printanière de dégradation du vieux matériel épigé est vérifiée expérimentalement par l'incubation *in situ* de déchets organiques (papier filtres, litière ou fèces).

Entre le 26 août et le 21 octobre, le stock de biomasse verte diminue au profit de la biomasse sèche. De fait, l'arrêt de la croissance est effectif dès le 26 août sur T, alors qu'une certaine reprise automnale peut se distinguer sur F ; dans les 2 cas, le déshéchement de la masse verte et total au 21 octobre.

La biomasse des collets montre une évolution différente selon des espèces végétales.

Pour la majorité des espèces, le stock maximum s'observe

en juin et le stock minimum début juillet. Pour le Nard, les pics sont décalés respectivement courant juillet et en août septembre. Ce phénomène rend compte d'une crise puis d'une reprise du tallage plus tardives chez le Nard. Le chargement accentue encore le caractère

Les biomasses racinaires donnent lieu à 2 pics, printanier (17/6) et automnal (7/10). Les valeurs maximales sont extrêmement élevées avec plus de 20 t MS/ha.

Les équations de bilan établissent que les flux de production sont bien plus élevés sur F que sur T : ils sont respectivement de 4,8 et 3,0 t MS/ha pour la production épigée : de 3,1 et 2,0 t MS/ha pour la production de collets ; et de 21 et 12 t MS/ha pour la production de racines.

Potentialités pastorales

D'une manière générale, le pâturage fournit aux ovins une herbe de qualité médiocre : en moyenne la teneur en azote de l'herbe verte et de 2,04 % de la matière sèche et de 1,1 % dans l'herbe sèche sur pied. Herbe verte et herbe sèche constituent respectivement 78 % et 22 % du bol alimentaire. La consommation moyenne a été estimée à 1,5 kg de matière sèche par brebis et par jour, soit une consommation totale de 1050 kg/ha sur la faible charge (T) et 2100 kg/ha sur la forte charge (F). Cette consommation reste faible et ne représente que 43,56 % de la production primaire nette épigée sur F et seulement 34,42 % sur T. Le reste de l'herbe non mangée constitue la litière destinée à être dégradée par les microorganismes du sol. La dégradation, au cours de la période d'étude a représenté respectivement 44,1 % et 43,32 % de la matière morte totale épigée (stock au printemps + dessèchement annuel) sur F et sur T.

Il existe donc, dans un tel milieu un processus d'accumulation : la totalité de la production primaire épigée n'étant pas absorbée par la consommation et la décomposition, de sorte qu'on retrouve au printemps une masse importante d'herbe sèche sur pied ou de litière. Il est probable que, même si l'on considérait toutes les périodes de l'année (saison active de végétation + saison morte hivernale), l'ensemble consommé et décomposé n'atteindrait pas le niveau de la production. Cette constatation nous amène à l'hypothèse selon laquelle la pelouse étudiée serait un système prairial de type détritus au sens d'ODUM (1963). Les principales causes de cette accumulation de litière seraient, d'une part, le faible taux de consommation lié au refus du Nard (*Nardus stricta*), d'autre part la courte période de réchauffement qui limite les quantités dégradées.

Mohamed MOUNA* — Recherches écologiques sur le peuplement frondicole des insectes du cèdre (*Cedrus atlantica* Man.) dans le Moyen Atlas marocain. Thèse de spécialité (Zoécologie). Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, soutenue le 16 novembre 1982.

I — INTRODUCTION

Le cèdre, par ses qualités qui répondent bien aux exigences particulières de la zone circum-méditerranéenne, est considéré actuellement comme une essence d'avenir dans cette zone. Elles est largement introduite en France, Espagne, Italie, Bulgarie et Yougoslavie. Dans les pays où le cèdre est spontané, les responsables essayent d'étendre les massifs existants, notamment au Maroc.

Malgré les nombreuses qualités de cet arbre, aucune étude de synécologie ne lui a été consacrée, ce qui nous a poussé à entreprendre cette étude ; en outre le cèdre est sujet à des attaques parfois sévères, de la part de certains ravageurs.

2 — LE CÈDRE, LES CÉDRAIES : CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Le cèdre de l'Atlas (*C. atlantica*) est un résineux de haute taille dont la cime est trapue ; il détache de grosses branches horizontales ou légèrement redressées ; il fait partie de la famille des Abietacées.

Le Maroc possède 130.000 hectares environ de cèdre de l'Atlas qui sont répartis dans le Rif, le Moyen Atlas et le Haut Atlas. C'est une essence rustique. On la rencontre dans les étages bioclimatiques humides et sub-humides, même dans la semi-aride en Algérie ; il s'installe sur des sols variés aussi bien calcaires que siliceux.

3 — PRÉSENTATION DE LA RÉGION ÉTUDIÉE ET DES MÉTHODES DE TRAVAIL

Nous avons réalisé notre étude dans le Moyen Atlas, chaîne alpine dont une grande partie de la surface est constituée par une couverture de Jurassique inférieur : calcaires et calcaires dolomitiques.

Les précipitations dans le Moyen Atlas sont très variables d'une région à une autre (plus d'un mètre à Ifrane, 360 mm à Itzer). La neige y est très abondante de décembre à avril.

En se basant sur l'altitude, PUJOS a classé la cédraie dans le Moyen Atlas en :

- une basse cédraie « tempérée », de 1650 m à 1800 m ;
- une haute cédraie « continentale », de 2100 m à 2500 m ;
- une moyenne cédraie « intermédiaire », dont les critères précis sont difficiles à établir.

Pour mieux cerner l'évolution de la faune frondicole du cèdre, et dégager les espèces infodées à cette essence, nous avons choisi trois stations d'étude qui diffèrent sur le plan altitudinal, climatique et floristique :

* Moh. med. MOUNA

• Département de zoologie et écologie animale. Institut Scientifique, rue El-Bachoua B.P. 303 RABAT AGDAL MAROC

— Station Ras-Al-Ma, située à 4 km au sud d'Ifrane, d'une altitude moyenne de 1650 m. La station appartient à l'étage bioclimatique humide froid.

— Station Azrou, située à 9 km de la ville sur la route Azrou-Midelt, à une altitude moyenne de 1800 m. La station appartient à l'étage bioclimatique humide froid.

— Station Ain Kahla, placée à 30 km au sud-est d'Azrou, à une altitude moyenne de 1950 m. La station Ain Kahla appartient à l'étage bioclimatique subhumide froid.

Nous avons effectué les prélèvements par la technique de la nappe de chasse à deux niveaux (hauteurs) de l'arbre (un niveau à 2 m et l'autre entre 2—6 m : échantillonnage sur une échelle). Le nombre de branches échantillonnées est fixé à 22 branches par niveau dans chaque station. Le nombre de coups de bâton à porter sur une branche, pour avoir la totalité de la faune, est préalablement déterminé et fixé à 11 coups. Nous avons testé la technique de la nappe de chasse par des méthodes statistiques :

- établissement de courbes de richesse spécifique cumulée ;
- calcul du nombre théorique de branches qu'il faudrait battre par la méthode de Dagnelie.

4 — STRUCTURE ET COMPARAISON DES PEUPELEMENTS

Les peuplements comparés deux à deux par le coefficient coénoïque de JACCARD en nous basant sur la présence-absence des espèces nous montre qu'il y a des différences entre ces peuplements. Chaque station est individualisée sur le plan faunistique. À l'échelle des trois stations, il y a formation de deux groupes : Ras-Al-Ma-Azrou d'une part et Ain Kahla d'autre part ; cette séparation est probablement en liaison avec le type de bioclimat régnant dans les deux groupes de stations, à leur isolement dans l'espace et à l'altitude différente. Le fait que la composition du peuplement diffère entre les strates basses et les strates hautes repose sur le fait que les espèces prélevées dans la basse strate des trois stations sont surtout des espèces de plantes basses : *Meligeria villosa*, *Ceuthorrhynchus geographicus*, *C. contractus*, *Olibrus pygmaeus*, *Phalacrus corsicus*, *Apion radiolus*, *Tychius pusillus*, *T. tibialis*, *Phyllotreta nigripes*... Les espèces rencontrées dans la haute strate des trois stations sont surtout des espèces d'arbres et d'arbustes : *Anihaxia salicis*, *Bruchidius lividimanus*, *Hyleborus saxeseni*, *Cryphalus numidicus*... Les espèces propres à la station Ras-Al-Ma, sont en général des espèces de basses altitudes : *Cryptocephalus fulvus*, *Olibrus bedeli*, *Atomaria barbara*... Les espèces prélevées uniquement dans la station Azrou, sont des espèces d'altitudes moyennes : *Corinaria fulvipes*, *Smicronyx reichii*, *Chaetocnema tibialis*... Les espèces recensées uniquement de la station Ain Kahla, sont des espèces de hautes altitudes telles : *Hyperbaeus albifrons*, *Sitona puncticollis*, *Phytonomus variabilis*. Il y a des espèces en commun sur trois stations ou sur deux stations : *Lobonyx gracilis*, *Malachius alicatus*, *Euxochomus anchorifer*...

Dans la littérature, nous avons pu dégager certaines espèces caractéristiques en fonction des facteurs végétation et

altitude : *Enicmus minutus*, *Athea atramentaria*, *Anthrenus exilis*, *Aphodius melanostictus*...

En fonction de la fréquence relative et de l'abondance relative, nous avons défini des catégories d'espèces et nous avons pu établir les espèces dominantes telles : *Aphiona euphorbiae*, *Amoroma longula*, *Luperus nigretarsis*, *Cinara cedri*, *Cedrobium laportei*, *Scythropus warioni*, *Apion detritum*...

La densité de la faune et plus forte dans la station Azrou que dans les autres stations ; ces densités vont de pair avec les fortes valeurs obtenues à Azrou pour *Aphiona euphorbiae* (*Col. Chrysomelidae*) qui est une espèce très commune, et qui semble profiter des attaques de la tordeuse, sur les cèdres de cette station, attaques affaiblissant cette essence.

Les indices de diversité spécifique et les équitabilités sont plus forts dans la station Ras-Al-Ma que dans les autres stations ; les plus faibles valeurs sont obtenues dans la station Azrou. La station Ras-Al-Ma fournit au peuplement frondicole des conditions propices à son installation par la bonne vitalité de la cédraie ; d'autre part cette station est plus diversifiée en espèces végétales par rapport aux autres stations. Il y a donc une liaison entre la diversité faunistique et la diversité floristique d'une station ; de même l'état sanitaire des arbres influe sur la richesse du peuplement (pulvérisation de certaines espèces communes).

La comparaison des densités, des richesses spécifiques, des diversités et des équitabilités à l'aide du test de rang de MAN-WHITNEY ; à l'échelle de chaque station, nous a montré qu'il n'y a pas de différence entre deux et six mètres (hauteurs auxquelles nous avons pris nos strates) en ce qui concerne la structure de la faune. À l'échelle des trois stations, les mêmes strates comparées deux à deux, montrent qu'il n'y a pas de différence en moyenne sur le plan densité et richesse spécifique, cela laisse supposer qu'il y a en quelque sorte une certaine capacité de la branche à héberger un peuplement, qui reste semblable dans le temps comme dans l'espace. Les différences qui existent entre les stations sur le plan diversité et équitabilité sont probablement dues à l'action appréciable de la tordeuse à Azrou et à la diversité floristique qui est plus importante à Ras-Al-Ma.

5 — COMPOSITION TROPHIQUE DU PEUPELEMENT DES INSECTES DU CÈDRE

Dans la littérature, nous avons pu recueillir quelques données sur la biologie des insectes du cèdre et cela nous a permis de diviser le peuplement en :

- espèces vivant aux dépens du cèdre qui sont des phytophages, succeurs de sève et xylophages ;
- espèces qui utilisent la faune du cèdre comme ressource alimentaire (essentiellement des entomophages parasites et prédateurs des phytophages) ;
- espèces trouvant sur cèdre des conditions propices à leur existence (utilisent l'arbre dans certaines conditions d'abris et de nourriture) ;
- espèces accidentelles sur cèdre, provenant d'autres arbres, arbustes et herbacées dans l'environnement de l'arbre.

6 — CHOROLOGIE DES COLÉOPTÈRES DU CÈDRE AU MAROC ET EN FRANCE (Provence)

Le spectre biogéographique des espèces relevées au Maroc montre une dominance des espèces atlanto-méditerranéennes : ce fait indique que le peuplement du cèdre est proche du centre de dispersion de cette lignée.

Dans les limites géographiques du Maroc, le spectre des espèces, d'après leur aire de répartition, montre une dominance des espèces à large répartition ; ceci est dû au fait que les altitudes de nos stations permettent aux espèces les plus plastiques de s'implanter parmi le cortège des insectes frondicoles du cèdre.

Dans le spectre biogéographique établi pour les Coléoptères frondicoles du cèdre en Provence, il y a une dominance des espèces paléarctiques.

7 — CARACTÉRISTIQUES ET ÉVOLUTION DE QUELQUES RAVAGEURS DU CÈDRE

Nous avons pris en considération trois défoliateurs principaux :

7.1. Les pucerons

Deux espèces sont connues sur cèdre en Afrique du Nord, *Cinara cedri* et *Cedrobium laportei*, qui ont accompagné le cèdre dans les pays nord-méditerranéens où ils commettent des dégâts importants à l'arbre. *C. cedri*, au Maroc comme en France, passe l'hiver à l'état d'oeuf ; la biologie de *C. laportei* est fort obscure au Maroc ; en France, il se développe de façon holocyclique. Un seul parasite primaire est connu aux dépens de *C. laportei*, il s'agit de *Pauesia cedrobrui* (Hym. Aphididae) ; *C. cedri*, reste pour le moment sans parasite connu. Nous avons constaté la présence de prédateurs de ces deux ravageurs, notamment les coccinelles : *Chilocorus bipustulatus*, *Scymnus pallidivestis*, *Coccinella 7-punctata*, *Scymnus kiesenwetteri*.

7.2. Les tordeuses

Deux espèces de tordeuses sont apparemment connues au Maroc : *Epimotia cedricida* et *Acleris undulana*, qui est une espèce nouvelle pour le Maroc. Aucune des deux espèces n'a été suivie au Maroc avant notre étude. Tout ce que nous avons pu savoir sur *A. undulana*, c'est qu'il hivernait à l'état adulte, apparition des premiers stades de chenilles en juin, la nymphose se fait entre les aiguilles attachées et reliées par les fils de soie ; la sortie des papillons se fait en juillet-août. La biologie d'*A. undulana* diffère de celle d'*Epimotia cedricida*, qui en France, se nymphose dans le sol en mai-juin. La sortie des papillons a lieu en juin-juillet. Au cours des années 1981 et 1982, le cèdre a connu au Moyen Atlas des attaques sévères de la part d'*A. undulana* qui se manifestent sur l'arbre par des aiguilles dévorées et reliées en bouquets. Deux parasites primaires ont été obtenus des chrysalides d'*A. undulana* : *Hople-*

us maculator (Hym. Ichneumonidae) et *Brachymeria rugulosa* (Hym. Chalcididae).

7.3. Chenilles processionnaires

Deux espèces sont rencontrées sur cèdre au Maroc, il s'agit de *Thaumetopoea pityocampa* et *T. bonjeani* dont la biologie n'est pas encore étudiée en détail au Maroc bien qu'ils soient la cause de dégâts importants sur le plan économique dans ce pays ; ces dégâts ont poussé les forestiers, avec l'assistance de la F.A.O., à lutter contre ces déprédateurs en 1980. Le traitement a été effectué par de la Bactospeine et du Dumlina.

À ces trois ravageurs de la cèdre, s'ajoute une action anthropique bien marquée. L'impact des singes sur cèdre n'est pas négligeable : il se manifeste par les et les morsures des branches.

Dans une étude ultérieure nous aborderons la bioécologie des déprédateurs, notamment de la tordeuse, afin de mieux cerner leur impact sur l'arbre et sur la forêt. Nous nous intéresserons aux ennemis naturels et aux possibilités de lutte contre ces ravageurs afin de continuer ce travail touchant à la fois la recherche fondamentale et la recherche appliquée.

Jean-Marie RIEB. — Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie des Cératopogonidés (Diptères, Nématocères). Thèse d'État, Faculté de Médecine de Strasbourg Directeur de la thèse : M. KREMER.

Le but de ce travail est l'étude fondamentale de certains points de la biologie des Cératopogonidés en région paléarctique médio-européenne, concernant en particulier la distribution spatiale des larves, leur migration, le cycle évolutif, l'existence de diapauses, le cycle d'activité des imagoes et l'influence de certains prédateurs et parasites sur la dynamique des populations.

Le biotope étudié est un gîte larvaire constitué par un banc de vase en bordure de rivière et en sous-bois, dans la région de Strasbourg. Des prélèvements hebdomadaires de boue ont été réalisés pendant 2 ans en 9 points d'un transect de 7 m de long perpendiculaire à la rivière. Les constantes pédologiques et les variables physiques ont été mesurées. Au laboratoire, les éclosions de plus de 45 000 imagoes ont permis de déterminer 34 espèces appartenant à 14 genres.

Distribution spatiale des larves

La distribution verticale des larves révèle une forte concentration dans les 6 premiers centimètres (91,1 %). Il n'y a pas de migration saisonnière verticale.

La distribution horizontale des larves est une distribution en agrégats. Ces agrégats sont constitués de catégories d'espèces, d'états physiologiques (diapauses ou non), de sex-ratio, suggérant l'idée que chaque catégorie corresponde au regroupement de larves issues de la ponte d'une seule femelle, les différentes pontes étant génétiquement différentes.

La distribution horizontale de 22 espèces sur le transect a été déterminée. Certaines espèces recouvrent l'ensemble du gîte, alors que d'autres ont des exigences plus strictes, et sont localisées soit à l'extrémité proximale la moins humide (taux de saturation = 45 à 54 %), soit à l'extrémité distale en immersion permanente. Le déterminisme de cette distribution a été étudié chez 5 espèces parmi les plus abondantes : *Culicoides clastrieri*, *C. odibilis*, *C. cubitalis*, *C. subfastipennis* et *C. musclator*. Expérimentalement, les larves de ces espèces recherchent la saturation en eau la plus élevée, mais évitent l'immersion permanente. Le taux de saturation minimal toléré est de 52 %.

Les calculs statistiques, tenant compte de 11 paramètres abiotiques, montrent qu'il n'y a pas de facteur prépondérant expliquant la distribution horizontale des espèces. Les calculs en composantes principales montrent que 35,5 % de la variance expliquée du système correspondent aux constantes pédologiques et 21,5 % aux variables physiques. Les calculs de corrélations montrent une sensibilité de certaines espèces à l'humidité et à la luminosité, mais non à la température. Il existe une migration horizontale partielle, qui déplace en hiver 9,6 % des effectifs de *C. clastrieri* et 4,9 % de *C. odibilis*, sous l'eau de la rivière.

Cycle évolutif

Les espèces typicoles du genre *Culicoides* possèdent un cycle évolutif à 2 générations par an (certains auteurs n'avaient conclu qu'à une seule génération), une génération de printemps issue de larves ayant passé l'hiver (imagos de mi-mai à mi-juillet), et une génération d'été (imagos de mi-juillet à début septembre). La population de cette 2ème génération est complexe, car une partie des larves évolue normalement en donnant éclosion à des imagos immédiats pendant 2 à 3 mois, alors que d'autres larves se développent lentement et présentent une éclosion différée, survenant au laboratoire 3 à 21 mois après la date de prélèvement. Ces éclosions différées correspondent à une estivo-hibernation, diapause induite au début de l'été, et qui n'est pas levée avant l'hiver (mécanisme jusqu'ici inconnu chez les Cératopogonides). Dans la nature, cette diapause est levée entre décembre et février.

Expérimentalement, l'induction de l'estivo-hibernation n'est pas due à des facteurs physiques : elle serait d'origine génétique. Par contre, la levée de diapause est réalisée par l'action combinée d'une photopériode courte ($J/N = 6/18$) et d'une température basse entre 0 et $\pm 6^\circ\text{C}$. Dans la nature, la quiescence hivernale due aux températures basses est supprimée début mai, et les premières éclosions apparaissent mi-mai.

D'autre part, les larves issues des pontes des imagos immédiats d'été, entrent en diapause hivernale en septembre. Cette diapause est levée mi-avril. Ces individus éclosent également à partir de mi-mai, après suppression de la quiescence hivernale.

Ainsi les individus en estivo-hibernation de l'été de l'année n éclosent en même temps, de façon synchrone, avec les individus de la génération de printemps de l'année $n + 1$. L'estivo-hibernation est un mécanisme de sécurité assurant

la survie de l'espèce, car elle «shunt» la génération imaginale d'été qui est aléatoire (elle est pratiquement absente en Europe continentale à saison chaude courte).

Cycle d'activité des imagos

Le cycle nycthéral de vol des imagos au-dessus du gîte larvaire a été étudié à des dates différentes, par captures fractionnées dans le temps, à l'aspirateur buccal le jour et au piège lumineux la nuit. Les genres *Dasyhelea*, *Forcipomyia*, *Atrichopogon*, *Palpomyia* ont une activité diurne.

Le vol de ponte des genres *Mallocheilea* et *Probezzia* a été décrit. La femelle, longue de 4 mm, vole sur place au-dessus de la rivière en fin d'après-midi (luminosité inférieure à 1200 lux), et fabrique en 2 à 3 minutes un ruban long de 4 cm constitué de 200 à 300 oeufs accolés. Ces oeufs tombent au fond de l'eau et les larves se développent dans la boue immergée qui constitue le gîte larvaire, déterminé par l'étude de la distribution horizontale. L'étude de la structure de l'oeuf et de la formation du ruban (grâce à un organe en forme de peigne décrit par les systématiciens, mais dont le rôle restait inconnu) apporte des connaissances nouvelles sur la biologie de ces genres.

Culicoides obsoletus et *C. scotticus* volent à l'aube et au crépuscule. Ils piquent l'homme, mais leur gîte larvaire n'est pas le banc de vase. Les *Culicoides* dont les larves vivent dans ce banc, sont crépusculaires et nocturnes, avec un maximum de vol pendant les 3 heures qui suivent le coucher du soleil. Le vol nocturne a été étudié à l'aide de 2 pièges lumineux à U.V., placés l'un près du gîte à 60 cm du sol, l'autre dans la cime d'un arbre à 13 m de hauteur. Les calculs statistiques en fonction des facteurs climatiques et astronomiques montrent que l'intensité des vols est proportionnelle à la température, et indépendante de la clarté lunaire. 93,5 % des mâles volent dans la cime des arbres, ce qui explique les faibles pourcentages de mâles obtenus par de nombreux auteurs ayant piégé près du sol. Les femelles nulipares sont plus nombreuses dans la cime des arbres. Après l'accouplement elles redescendent vers le gîte de ponte. Le piège lumineux donne les limites des périodes annuelles de vol des différentes espèces, mais n'est pas adapté à la mise en évidence du nombre de générations.

Intervention de prédateurs et parasites dans la dynamique de population

Un important prédateur des nymphes a été découvert : *Elaphrus cupreus*, Coléoptère Carabidae lié au biotope des bancs de vase (2ème prédateur de Cératopogonides connu).

Plusieurs espèces de larves sont parasitées toute l'année par un *Indovirus* qui les colore en bleu-turquoise. 1 % de la population est atteinte en permanence. L'*indovirus*, de structure icosaédrique et de 130 nm de diamètre, est létal pour les larves.

La découverte récente, par un collaborateur virologue, d'un autre virus (Barnaviridae) dans ces mêmes larves, laisse entrevoir la possibilité d'un rôle vecteur joué par *C. clastrieri* ou *C. odibilis* vis-à-vis des bovins.

Cette dernière remarque montre qu'un éventuel rôle épidémiologique des Cératopogonidés n'est pas à exclure dans nos régions. Dans cette éventualité, notre contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie de cette famille pourrait apporter des éléments de base à l'élaboration de méthodes prophylactiques dans le cadre d'une lutte biologique intégrée.

Georges EROME. — Contribution à la connaissance éco-éthologique du castor (*Castor fiber*) dans la vallée du Rhône. Thèse de Doctorat d'Université, Université Claude Bernard Lyon I, Villeurbanne, 1982, 284 p., 52 tabl., 168 fig. JURY : A.L. ROUX, F. BOURLIERE, M. BOURNAUD, A. FAYARD, R. HAINARD.

L'étude présentée comprend quatre parties.

● La partie A regroupe les quelques éléments descriptifs susceptibles de situer l'animal étudié et son contexte géographique. Après avoir évoqué le problème de l'espèce Castor et celui de sa distribution actuelle (1981) en France, il est fait état des caractères climatiques de la zone étudiée (ou bassin versant rhodanien compris entre Lyon et Pierrelatte), zone de transition entre biôme médo-européen et biôme méditerranéen. Une présentation géomorphologique des cours d'eau inventoriés permet ensuite d'apprécier les particularités physiques du milieu concerné.

● La partie B, ou étude des relations Castor/Milieu, traite les informations recueillies par une prospection de 385 km de berges de rivières. Une stratégie de traitement statistique a été retenue et conduit à deux séries d'analyses.

— Une analyse par type de milieu (affluents, Rhône, contre-canaux de drainage) met en évidence les facteurs intervenant sur l'implantation ou le développement des populations de Castors. La disponibilité et la densité des Salicacées riveraines jouent un rôle déterminant. Le recouvrement de surface des hydrophytes intervient également, de même que la pente des cours d'eau (qui exclut toute colonisation définitive lorsqu'elle dépasse le seuil de 1 %), la vitesse du courant et la profondeur. En contre-partie, la pression humaine, la granulométrie et la pente des berges n'apparaissent pas comme facteur limitant.

— Un bilan à caractère régional conduit à dresser le potentiel écologique de chaque cours d'eau, l'ensemble étant résumé sous la forme d'une carte de distribution dynamique du Rongeur (fig. 1).

Globalement le Rhône (Rhône court-circuité + contre-canaux de drainage) reste le milieu type du Castor et, selon toute vraisemblance, le plus productif. On y observe une très nette croissance des effectifs du Nord au Sud, essentiellement en liaison avec les possibilités offertes par le milieu concerné.

La pénétration du Castor sur les affluents est caractérisée par deux éléments principaux :

- 1) Dans la majorité des cas, un ou plusieurs facteurs limitent rapidement et brutalement la diffusion de l'espèce :
- Carence des possibilités alimentaires (Varèze, Dolon, Galaure,...)

- Présence de barrages hydro-électriques (Isère, ...)
- Recalibrage du cours (Véore,...)
- Régime hydrodynamique (Drôme, ...)
- Et d'une façon générale, la pente pour la majorité des rivières de la rive droite (incidence de la bordure Cévenole)

2) Le bassin de l'Ardèche échappe complètement à ce schéma général : offrant un milieu favorable, il présente un taux de colonisation important.

● Trois aspects essentiels des relations Castor/Végétation sont abordés en partie C.

L'aspect qualitatif de l'activité du Castor sur les essences ligneuses est le plus développé.

Une première série d'analyses (à partir des relevés effectués sur 84 sites occupés par l'animal) regroupe les essences ligneuses présentes en trois catégories.

- Les essences préférentielles (Salicacées et Cornouiller sanguin)
- Les essences d'appoint (Aulne glutineux, Frêne)
- Les essences délaissées (Robinier, Érable négundo, etc. ...)

Les résultats obtenus, comparés à différentes informations bibliographiques, font ressortir que quelques essences (le Bouleau en particulier) peuvent satisfaire les exigences de l'animal et que c'est leur absence, dans le sillon rhodanien, qui explique la subordination totale de *Castor fiber* aux Salicacées.

Une deuxième série d'analyses permet de mesurer l'incidence de l'éloignement des arbres par rapport à la rive (environ 80 % des coupes sont concentrées sur les trois ou quatre premiers mètres), de leur diamètre (ceux compris entre 2 cm et 4 cm étant les plus recherchés), de la pente et la granulométrie des berges (sans incidence directe à proximité de l'eau). Différentes mesures biochimiques (sucres, tanins, azote) et une mesure physique (dureté), opérées sur l'écorce de différentes essences, n'ont pas permis de souligner un déterminisme alimentaire caractéristique.

L'aspect qualitatif de l'activité du Castor sur les essences herbacées se résume à l'exploitation de données bibliographiques et de nos propres observations, regroupées au sein d'un tableau récapitulatif. Certaines espèces, le Topinambour en particulier, sont très recherchées en période estivale.

L'aspect quantitatif est effleuré. Il semblerait que 2 à 3 kg de Salicacées satisfassent les besoins journaliers d'un Castor.

● La partie D, enfin, plus descriptive, s'intéresse aux gîtes du Castor.

La typologie des différents habitats est dressée en fonction de leur niveau de complexité.

Les cavités riveraines sont exploitées en priorité.

Les terriers (ou cavités artificielles construites par l'animal lui-même) sont la phase initiale d'un ensemble complexe de gîtes. Ils subsistent en tant que tels lorsque la tenue des berges l'autorise.

Les terriers-huttes constituent dans leur phase de construction, le prolongement des terriers par apport de matériaux ligneux.

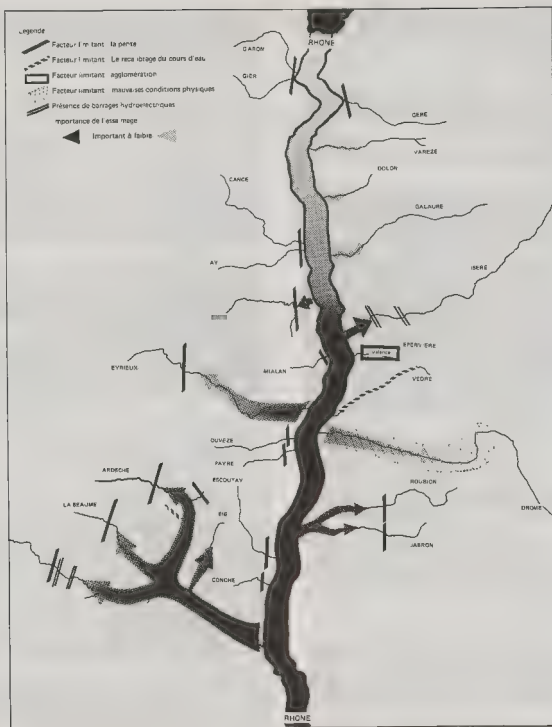


Fig. 1 — Distribution dynamique de Cerar fiber dans la vallée du Rhône, de LYON à PONT-ST-ESPRIT

— soit pour suppléer à une baisse du niveau de l'eau qui inonde l'entrée d'un terrier (terriers-huttes catégorie 1).

— soit pour suppléer à une mauvaise tenue du sol (terriers-huttes catégorie 2).

— soit pour suppléer à une épaisseur de berge trop faible (terriers-huttes catégorie 3).

La hutte enfin reste l'ultime recours. L'action de fouissage est abandonnée au profit d'un amoncellement de matériaux ligneux à l'intérieur desquels l'animal ronge un couloir d'accès et une loge d'habitation.

Les gîtes temporaires sont utilisés lors de circonstances exceptionnelles.

L'ensemble de ces informations est résumé sous forme synoptique.

Les éléments susceptibles d'intervenir sur l'emplacement, le type et le nombre de gîtes sont ensuite examinés.

— sur l'emplacement : les gîtes sont le plus souvent établis à proximité des ressources alimentaires dans des zones calmes (les confluentiers semblent particulièrement recherchés).

— sur le type : la granulométrie et la pente des berges, sans incidence sur l'implantation des Castors, jouent ici un rôle déterminant. Elles conditionnent avec l'enracinement, toute opération de fouissage. En revanche, le niveau de pression humaine est sans aucune liaison avec le type de construction.

— sur le nombre : plusieurs hypothèses peuvent être émises mais d'importants travaux restent à faire avant que puisse être apportée une réponse précise.

L'intérêt de connaître l'état d'occupation d'un gîte est réel. Plusieurs critères peuvent y concourir : auditifs, olfactifs, visuels. Ces derniers sont les plus fiables et, pour optimiser les affûts qu'ils impliquent, la courbe de début d'activité crépusculaire du Rongeur a été notée.

Enfin, et résultant d'observations faites sur le terrain, il est fait état des relations de voisinage du Castor avec quelques mammifères sauvages. Au niveau de ses contacts intraspécifiques, certains indices laissent supposer la cohabitation de plusieurs familles à proximité les unes des autres. Avec d'autres rongeurs (Ragondin, Rat musqué, etc...) la convivialité existe et semble s'accompagner d'une indifférence totale du Castor.

En conclusion, et après avoir souligné la non intervention de la pression humaine sur l'éthologie du Rongeur, l'accent est mis sur le rôle déterminant de la préservation des Salicaies riveraines et par voie de conséquence, sur la responsabilité de la Compagnie Nationale du Rhône au devenir de l'espèce Castor.

Jean-Claude RICCI. — *Quelques aspects de l'éco-éthologie de la perdrix rouge (Alectoris rufa L.)*. Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 18 octobre 1982. Mémoire ronéotypé 130 p., 84 fig., 38 tableaux. Travail réalisé sous la direction de F. SPITZ.

L'objet de l'étude a été de suivre sur le terrain, pendant 2 années successives (1980 et 1981) l'évolution d'une population de perdrix rouges, en cherchant à préciser, bien au-delà

d'une simple étude démographique, comment s'organise l'occupation du territoire, l'exploitation des ressources, en fonction du sexe et de l'âge des individus, en fonction également du cycle de reproduction, enfin en relation avec les changements saisonniers du milieu (variations climatiques, interventions agricoles).

Le territoire étudié (commune du Faget, 30 km N.E. de Toulouse), comporte 1100 ha, dont 820 ha sont soumis annuellement à la chasse et 180 ha mis en réserve de chasse.

Cinq méthodes complémentaires ont été utilisées pour étudier la population de perdrix rouges : recensement global sur l'ensemble du territoire, par rabatteurs et observateurs fixes, en procédant par tranches de 110 ha ; recensement-échantillon selon la même pratique, sur des bandes de 100 m large $\times$ 14 km 5 long (145 ha), comptage indirect par écoute des réponses à des émissions de chants pré-enregistrés ; observation directe à la jumelle selon des trajets fixes, au lever et au coucher du soleil ; enfin utilisation de la méthode par radio-tracking.

Cette dernière méthode permet non seulement de localiser l'oiseau équipé d'un émetteur (précision : carré de 50 m $\times$ 50 m = 145 ha) mais encore de l'identifier. J.-C. RICCI a ainsi capturé et marqué 20 perdrix (en mars-avril 80 et surtout février 81) et a pu les suivre, selon les individus, pendant 3 à 7 mois (dans le meilleur cas 11 mois).

L'ensemble de données recueillies a permis d'établir une série d'indices : indice d'activité locomotrice, indice relatif de fréquentation, distance inter-individuelle, domaine vital et zone journalière fréquentée, centre d'activité, indices d'interactions statique et dynamique (fonction du chevauchement des domaines vitaux et des distances inter-individuelles).

La zone constamment surveillée par radio-tracking couvre environ 200 ha ; elles est répertoriée et décrite selon un quadrillage de 50 m $\times$ 50 m (zone de précision de la localisation radio). La description méthodique de chacun des 800 carrés (flore, faune, travaux agricoles, hauteur de la végétation etc...) permet de saisir s'il y a un choix ou une répartition au hasard des oiseaux par rapport à la mosaïque du milieu, et cela en fonction du cycle de reproduction ou de la saison.

Un travail considérable d'observations et relevés sur le terrain, puis de traitement des données a permis à l'auteur de préciser bien des points de la biologie et de l'écologie de la perdrix rouge. Ces apports concernent notamment : la composition des groupes hivernaux et leurs domaines vitaux ; l'occupation de l'espace, l'activité journalière, les relations inter-individuelles, pendant la phase de reproduction ; couvain et élevage des jeunes (phase d'intérêt primordial) ; l'occupation collective de l'espace ; les incidences des aménagements cynégétiques (agrainages avec céréales + aliment granulé protégé) ; choix des milieux et incidence des travaux agricoles, de la richesse en adventices ou en microfaune d'invertébrés, etc.

Sans apporter une explication définitive aux problèmes posés par la gestion ou la protection des animaux-gibiers (et de la faune sauvage), ce travail pose des interrogations, mettant parfois en cause certaines notions « habituelles », concernant par exemple le rôle des haies ou bordures, l'importance de la diversité et de l'abondance des adventices et des insectes, le rôle des aménagements cynégétiques et des

réserves. Le choix et l'exploitation du milieu de vie par la perdrix ne répond pas seulement à la satisfaction de ses besoins alimentaires, mais aussi et surtout peut-être de sa

tranquillité et de sa protection à l'égard des prédateurs et du climat.

ANALYSES D'OUVRAGES

Alain ROQUES. — **Les insectes ravageurs des cônes et graines de Conifères en France.** 135 pages, 114 photos couleurs hors texte. Institut National de la Recherche Agronomique, 1983. Prix 240 francs. En vente au service des publications de l'INRA, route de Saint Cyr 78000 VERSAILLES.

L'extension des plantations de résineux en France et dans de nombreux pays a entraîné des modifications des techniques de sylviculture et fait apparaître des problèmes nouveaux en entomologie forestière. En effet les jeunes plants de résineux sont obtenus en pépinière à partir de graines récoltées dans des peuplements âgés fertiles, et en particulier dans des régions connues sous le nom de « vergers à graines » dont la qualité des arbres a été reconnue. Il est donc indispensable d'obtenir des graines nombreuses et de bonne qualité, ce qui suppose en particulier que ces graines n'ont pas été attaquées par des insectes ravageurs (ou par d'autres animaux tels que les rongeurs).

L'impact des insectes sur les graines des Conifères était jusqu'ici mal connu en France. Les premiers travaux dus à A. ROQUES lui-même, ont porté sur le pin sylvestre de la forêt de Fontainebleau en 1975. Puis en raison de l'absence de données sur le sujet, une enquête a été étendue à l'ensemble de la France et des Conifères spontanés ou introduits qui y poussent. On remarquera que l'importance économique des insectes ravageurs des cônes des résineux avait déjà été vue dans d'autres pays (cf. par exemple pour l'Amérique du Nord A.F. HEDLIN et coll., *Cone and seed insects of North America*, U.S.A. Department of agriculture, Forest Service, Washington, D.C., 1980. Un volume 122 pages abondamment illustré). L'enquête conduite en France a montré, par exemple, la cause de la mauvaise régénération du mélèze dans les Alpes. Cette cause était jusqu'ici recherchée dans une structure défavorable des sols et dans la compétition avec la végétation herbacée. Or l'étude des cônes de mélèze a révélé que 50 à 80 pour cent de ceux-ci sont attaqués par trois espèces d'insectes dont deux n'étaient connues jusqu'ici que de Grande Bretagne et des environs du lac Baïkal ! Citons comme autre exemple le danger potentiel que représente l'Hyménoptère Torymidae *Megastigmus spermotrophus* ravageur des cônes du sapin de Douglas qu'il a suivi depuis l'Amérique du Nord jusqu'en Europe. Ce ravageur peut détruire jusqu'à 96 pour cent des graines de son arbre hôte.

Ceci nous montre l'intérêt économique du livre de A. ROQUES. Mais ce livre a aussi un grand intérêt biologique

Une partie générale présente les caractéristiques des relations entre les cônes et les insectes ravageurs, en particulier la phénologie de l'attaque des insectes (relation entre le stade de développement du cône et la période d'attaque des insectes); la spécificité des relations insectes-arbres est analysée, puis les relations du cône et de sa biocénose avec le milieu environnant. Des méthodes de lutte sont sommairement présentées. L'essentiel du livre est consacré aux diverses espèces de résineux (*Abies*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Pinus*, *Larix*, *Cedrus*, *Sequoia*, *Cypripis*, *Thuja*, *Juniperus*) et aux insectes qui attaquent leurs cônes. Pour chaque insecte on trouve une description morphologique de l'adulte et de la larve et une description des dégâts (Ces trois rubriques avec une abondante illustration en couleur); puis la biologie et la répartition géographique sont précisées. Il convient de noter que beaucoup d'espèces sont signalées de France pour la première fois et que beaucoup de données biologiques sont originales. La bibliographie (206 références) est très complète.

Cet ouvrage très bien réalisé sera certainement consulté avec profit par tous ceux qui s'intéressent à la forêt et à ses insectes.

R. DAJOZ

H. CLEMENTS. — **Alfred Russel WALLACE, biologist and social reformer.** Un volume relié 215 pages. Hutchinson éditeur, Londres. Prix : 8,95 livres sterling.

Quel personnage curieux et attachant que Alfred Russel WALLACE (1823-1913) ! Il est surtout connu pour avoir, en même temps que DARWIN (et peut-être avant) montré l'importance de la sélection naturelle, et on peut le considérer comme un des pères de l'écologie et de l'idée d'évolution. On connaît l'épisode célèbre de la présentation simultanée à la Société Linnéenne de Londres, le 30 juin 1858, de la note de WALLACE (« On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type ») et de celle de DARWIN (« On the variation of organic beings in a state of nature; or the natural means of selection; or the comparison of domestic races and true species »), par LYELL et HOOKER, deux amis de DARWIN. Il s'en est fallu de peu que le darwinisme ait été remplacé par le « wallacisme ».

La vie et l'activité de WALLACE qui sont présentées dans cette biographie sont pleines d'intérêt. On nous montre le

jeune WALLACE, puis les «années de préparation» au cours desquelles il lit le journal de voyage de DARWIN, les écrits de HUMBOLDT, ceux de MALTHUS, les «Vestiges» de CHAMBERS, etc. En 1848, il part pour l'Amazonie en compagnie de BATES et il s'y révélera un remarquable naturaliste de terrain. De cette expédition il tirera entre autres un récit de voyage, un ouvrage sur les palmiers et une thèse sur le mimétisme. Il part ensuite en 1854 pour la Malaisie où il restera huit ans. Il s'y livrera à d'intéressantes études de biogéographie (prélude à son traité de zoogéographie de 1876, le premier fondé sur la théorie de l'évolution). Pendant cette période il publie en 1855 un article «On the law which has regulated the introduction of new species» qui n'attire l'attention de personne (sauf peut-être de DARWIN), et qui est déjà très évolutionniste.

Mais les activités de WALLACE n'intéressent pas seulement la biologie. Il fait campagne contre les vaccinations et la vivisection ; il est partisan d'un régime alimentaire végétarien en avançant l'argument que «less land is needed to supply vegetable than to supply animal food». Malade, souffrant d'asthme bronchique chronique (ce qui ne l'a pas empêché de vivre 90 ans), WALLACE s'intéresse à la médecine et émet des opinions sur les rapports entre la santé, l'hygiène et les conditions de vie. Pour lui la pauvreté, le bas niveau de vie provoquent un grand nombre de maladies (il est ainsi un précurseur de l'écologie humaine). Pour WALLACE les médecins prennent pas assez cet aspect de la maladie en considération. Il suggère la création d'un ministère de la santé avec un corps de médecins payés par l'état. Il pense que la pauvreté est inadmissible et il réclame plus de justice sociale. Il dénonce aussi le gaspillage des ressources naturelles, minières ou autres, et le non sens d'une agriculture tropicale déjà orientée vers l'exportation de ses produits en Europe alors que les cultures vivrières destinées à l'alimentation locale sont insuffisantes. Tous ces faits sont, pour WALLACE, la cause de ruptures d'équilibres aux conséquences incalculables. Il dénonce aussi les pratiques commerciales malhonnêtes qui visent à faire le plus de bénéfice possible.

Pour WALLACE, la sélection naturelle qui est un facteur écologique et d'évolution important et indiscutable chez les animaux et les végétaux, ne s'applique plus à l'homme : «For the first time, that with the rise of the human brain the whole nature of the natural selection process has altered» Ceci le sépare de DARWIN qui, s'il n'a pas approuvé les théories qui se réclament du «darwinisme social», ne les a jamais condamnées, semble-t-il. WALLACE se rapproche ainsi des idées de certains utopistes anarchistes comme William GODWIN (1756-1836). Il manifeste des opinions très proches de celles des socialistes et va jusqu'à réclamer, en 1833, la nationalisation des terres. Il est aussi antimilitariste, s'oppose à la guerre des Boers, réclame l'évacuation de Gibraltar et l'indépendance de Malte, ceci dans l'Angleterre victorienne triomphante de la fin du XIX^e siècle. Ce qui ne l'empêche pas d'avoir approuvé en 1856 la guerre de Crimée car, selon lui, les Russes sont moins civilisés que les Français et cette guerre est un moyen de sauver l'Europe du despotisme.

WALLACE a aussi été un adepte du spiritisme (mais c'était une mode assez répandue chez les scientifiques à son époque). Auteur prolifique de plus de cinquante livres il a en plus publié des centaines de notes, en particulier des analyses

d'ouvrages dans la revue *Nature* dont il était un fidèle collaborateur

Ces quelques aspects de la vie et de l'œuvre de WALLACE montrent l'intérêt de ce livre qui nous révèle un personnage hors du commun pour son époque. Il fut un précurseur dans beaucoup de domaines ; on peut le considérer comme un des fondateurs de l'écologie (au sens scientifique du terme) ; mais beaucoup de ses idées annoncent aussi celles qui sont, aujourd'hui, défendues par les partisans de l'«écologie politique». Cette biographie est passionnante à lire pour tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences et des idées

R. DAJOZ

C.M. PERRINS et T.R. BIRKHEAD. — *Avian ecology*. Un volume 221 pages, collection Tertiary level biology, Blackie éditeur, Glasgow & London. Prix : 9,95 livres sterling.

Les oiseaux ont été et sont très étudiés ; ils représentent peut-être le groupe zoologique pour lequel les observations relatives à la biologie et à l'écologie sont les plus nombreuses. Ils ont fourni aussi des arguments permettant l'élaboration de théories écologiques d'une valeur générale (cf. par exemple les travaux de l'ornithologiste anglais D. LACK). Ceci montre l'intérêt de ce livre consacré à l'écologie des oiseaux, qui veut se situer entre l'ouvrage de vulgarisation trop superficiel destiné au grand public, et les articles détaillés à l'usage des spécialistes. On trouve dans ce livre un exposé des points essentiels touchant à l'écologie et au comportement des oiseaux. Ce sont :

1. Les structures sociales : espèces sociales et espèces défendant un territoire, avec une discussion sur le rôle du territoire et sur les avantages de la vie sociale ;

2. La reproduction avec des discussions sur le parasitisme, la saison de reproduction, la taille des pontes (hypothèse de LACK discutée) ;

3. Les caractéristiques démographiques et l'étude des populations (régulation dépendante ou indépendante de la densité), avec applications pratiques ;

4. Une étude des communautés avec des notions sur les niches écologiques, la compétition, les faunes insulaires ;

5. Le comportement de recherche de nourriture ;

6. Les migrations.

Une bonne bibliographie termine ce livre

Ce petit livre représente une bonne mise au point sur l'écologie des oiseaux.

R. DAJOZ

Problèmes d'Écologie : Structure et fonctionnement des écosystèmes limniques. Sous la direction de M. LAMOTTE et F. BOURLIÈRE. Un volume 254 pages. Masson éditeur, Paris, 1983. Prix 225 francs

Il existe en France plusieurs équipes de chercheurs qui s'intéressent aux eaux continentales, lacs ou rivières. Le but de cet ouvrage est de faire une synthèse sur un certain nombre de milieux aquatiques : le lac Pavin choisi comme écosystème lacustre profond ; le lac de Port-Bielh dans les Pyrénées centrales, écosystème lacustre de haute montagne ; l'Estaragne, torrent d'altitude situé à proximité du lac de Port Bielh ; le lac de Crèteil dans la banlieue parisienne, lac de sablière d'origine artificielle ; enfin le lac Tchad, lac tropical sous un climat semi aride. L'intérêt de ces cinq études est qu'elles constituent une synthèse de travaux nombreux, dispersés et parfois difficiles à trouver (thèses non publiées). Chaque chapitre a été rédigé par un ou plusieurs des participants aux recherches. L'accent est mis sur un aspect écologique fondamental : chaque lac ou rivière est considéré comme un écosystème soumis à des conditions de milieu déterminées, et dont on a entrepris de décrire la structure et le fonctionnement. Cette structure et ce fonctionnement ne seront évidemment pas les mêmes dans un lac de haute montagne dont les eaux sont prises par la glace plusieurs mois par an, et dans un lac de région tropicale. Malgré cette diversité le but de la recherche en limnologie est de découvrir des lois générales. C'est ce qui est tenté en particulier dans le dernier chapitre de ce livre intitulé : « Fonctionnement comparé des écosystèmes aquatiques et terrestres ». M. LAMOTTE et H. DECAMPS y font une intéressante étude comparée du milieu terrestre et du milieu aquatique, montrent ce qui les sépare et tentent une synthèse sur l'ensemble du milieu aquatique d'eau douce.

Cet ouvrage qui sera consulté avec profit montre également la bonne santé de la recherche hydrobiologique en France.

R. DAJOZ

Travaux français en Limnologie. — Édité par l'Association française de Limnologie ; coordinateur R. LESEL. Un volume 277 pages édité à l'occasion du XXII^e congrès international de limnologie, Lyon 1983. Disponible auprès du Professeur R. GINET, Université de Lyon 1, bât. 403, 43 bd. du 11 novembre 1918, 69622 VILLEURBANNE Cedex Prix 100 francs

Cet ouvrage est presque un complément du précédent, mais rédigé dans une optique différente. En effet il traite de l'ensemble des recherches françaises en limnologie. Après une introduction qui présente la recherche limnologique en France viennent cinq chapitres consacrés respectivement aux sujets suivants : 1. La biomasse et la production végétale, la physiologie des algues et des macrophytes et leur rôle possible comme indicateurs biologiques ; 2. Les populations animales : plancton, benthos, poissons (plusieurs articles) ; 3. De la qualité des eaux (physicochimie, pollutions) ;

4. Des recherches hors métropole (lac Tchad, régions subantarctiques) ; 5. Du fonctionnement et de la modification des écosystèmes aquatiques (avec en particulier des études sur des grandes rivières, Rhône et Lot, et sur les eaux souterraines en région karstique).

Chaque article est bref (un peu dans le style des *Annual review américaines*) avec une bibliographie complète. Les adresses des auteurs sont fournies en fin de volume ce qui permettra au lecteur intéressé de s'adresser à eux pour obtenir des données complémentaires.

R. DAJOZ

Les lagunes côtières. — Numéro spécial de la revue *Oceanologia acta*, décembre 1982, Gauthier-Villars éditeur, 461 pages. Numéro préparé par P. Lasserre et H. Postma.

Ce volume est aussi consacré au milieu aquatique, mais cette fois aux eaux saumâtres. Les lagunes côtières situées à l'interface entre la terre et la mer, occupent 13 pour cent de la zone côtière mondiale ; elles sont réparties des tropiques aux pôles et elles abritent des écosystèmes très variés : étangs saumâtres ou hypersalés, marais et zones humides, mangroves, qui comptent parmi les plus productifs de la biosphère. Ces lagunes ont une grande importance économique et scientifique ; elles sont l'objet depuis une dizaine d'années d'un intérêt croissant de la part des scientifiques du monde entier. Ce volume spécial de *Oceanologia acta* fait le point sur un certain nombre de recherches récentes. La couverture s'orne d'une belle photographie aérienne en couleurs montrant une lagune importante de notre pays, le Bassin d'Arcachon. Il n'est pas possible de résumer ici l'ensemble des articles de ce volume. Précisons seulement qu'il comprend deux parties. La première est intitulée « Origine, évolution et géochimie des lagunes côtières ». On y trouve des études portant sur diverses régions du globe, par exemple sur les oligocélements métalliques dans le bassin d'Arcachon, source de pollution pouvant gêner l'ostréiculture ; sur la lagune de Venise et l'origine du phénomène de l'acqua alta qui cause de si grands dégâts dans la ville ; une étude des Foraminifères et Ostracodes benthiques du lac de Tunis montrant l'existence chez plusieurs espèces de divers écotypes qui sont le reflet des variations locales des caractéristiques chimiques de l'eau. La deuxième partie s'intitule « Vie et aménagement des écosystèmes lagunaires ». Elle débute par un article général sur l'organisation et l'évolution des peuplements lagunaires ; on y trouve un article sur les adaptations génétiques aux milieux saumâtres, un autre sur le fonctionnement et l'utilité des mangroves ; enfin une trentaine d'articles plus spécialisés sur divers sujets.

Précisons que ce très intéressant fascicule comprend des articles en français et en anglais ; beaucoup d'auteurs français et plusieurs auteurs étrangers francophones n'ont pas craint de s'exprimer dans notre langue dans un colloque international placé sous l'égide de l'UNESCO.

R. DAJOZ

J.C. ROLAND et F. ROLAND. — *Atlas de biologie végétale. Tome 3. Organisation des plantes à fleurs.* Un volume 120 pages, Masson éditeur 1983. Prix 119 francs. Troisième édition revue et augmentée.

Les auteurs précisent dans l'avant propos que l'enseignement de la botanique se heurte à des difficultés car il exige une illustration abondante et bien choisie qui n'est que rarement présente dans les manuels et que les enseignants ne possèdent pas toujours. C'est pour pallier cette carence que cet Atlas de Biologie végétale a été publié. Il comprend trois tomes, le premier consacré à la biologie cellulaire (et dont nous avons rendu compte ici même), le deuxième à l'organisation des plantes sans fleurs, et le troisième consacré aux plantes à fleurs, faisant l'objet de cette analyse. Les sujets suivants y sont traités : la racine (apex racinaire, rhizogénèse, anatomie), la tige (point végétatif, anatomie de la feuille et de la tige) ; organes reproducteurs ; graine et fruit ; diversité du monde des Phanérogames. Pour chaque sujet on trouve un bref rappel morphologique, anatomique et physiologique, de nombreux schémas explicatifs et une série de photographies commentées (macrophotos, microphotos optiques ou électroniques selon les cas). Les photographies présentées sont bonnes, bien choisies, démonstratives. Elles contribueront sans doute à faciliter l'enseignement et pour l'amateur elles permettront de mettre à jour des connaissances ou simplement fourniront l'occasion de regarder de belles photos d'histoire naturelle.

R. DAJOZ

CH.F. BOUDOURESQUE et A. MEINESZ. — *Découverte de l'herbier de posidonie.* Édité par le Parc National de Port-Cros et le Parc Naturel régional de la Corse. Un volume 80 pages. En vente au prix de 40 francs auprès du «GIS Posidonie», Faculté des Sciences de Luminy, 13288 Marseille Cedex 9

La posidonie *Posidonia oceanica* est une Phanérogame marine localisée à la Méditerranée où elle forme des peuplements appelés herbiers que l'on peut considérer comme l'équivalent des forêts en milieu aquatique. Dans cet ouvrage, les auteurs présentent tout d'abord la plante elle-même (appareil végétatif et reproducteur, mode de croissance) ; puis ils décrivent les caractéristiques physico-chimiques du milieu indispensables à son installation et à sa survie ; enfin ils décrivent la structure des divers types d'herbiers et leur rôle comme constructeur de fonds. Un intérêt particulier est attaché à un monument naturel : le récif barrière de la baie du Parc National de l'île de Port-Cros. Les herbiers de posidonies ont de multiples rôles qui sont présentés successivement : ils produisent des quantités énormes d'oxygène ; ils constituent un abri, une frayère et une source de nourriture pour les poissons et les nombreux invertébrés qui sont décrits ; les herbiers de posidonies fixent les fonds, protègent les rivages ; ce sont d'extraordinaires oasis de vie dans des fonds marins souvent moins peuplés qu'on ne le

croit ; ce sont enfin des greniers qui exportent vers les autres types de fonds leur surplus de production. Mais de graves menaces pèsent sur ces herbiers, dues principalement aux pollutions et aux multiples entreprises «d'aménagement du littoral». Les auteurs en exposent les conséquences et insistent sur les mesures à prendre afin d'éviter un «désastre écologique». Les tentatives de réimplantation des posidonies et leurs chances de réussite sont discutées. L'ouvrage se termine par une bibliographie. Les illustrations sont nombreuses : 50 photos et schémas.

La publication de cet ouvrage est une excellente initiative. C'est une synthèse qui sera lue avec intérêt par tous les naturalistes et qui sera très utile aux enseignants ; elle devrait être lue et méditée par tous ceux qui fréquentent les rivages de la Méditerranée et qui sont tous un peu responsables de la dégradation d'un milieu hautement original.

R. DAJOZ

ACID RAIN. A review of the phenomenon in the European Communities and Europe. Graham & Trotman éditeurs, Sterling House, 66 Wilton Road London SW1V 1DE. Un volume relié 160 pages paru en 1983. Prix 12,5 livres sterling.

Les pluies acides trouvent essentiellement leur origine dans les produits soufrés ou azotés que beaucoup d'industries d'Europe et d'Amérique du Nord rejettent dans l'atmosphère. Il s'agit peut-être de la plus sérieuse atteinte à l'environnement qui sévise dans les années 1980. C'est aussi une pollution «sans frontières» : la carte de la page 39 montre que certains pays reçoivent l'essentiel de leur pollution des pays voisins (82 % pour la Suède, 90 % pour la Suisse, 92 % pour la Norvège).

Ceci justifie la conférence qui s'est tenue à Stockholm en 1982 avec la participation d'experts de 21 pays. Les retombées de pluies acides causent de graves dommages dans les lacs et rivières du Nord de l'Europe et de l'Amérique du Nord ; elles entraînent la disparition des poissons ; en milieu terrestre les arbres sont touchés, leur croissance ralentie ou bien ils meurent. Cet ouvrage qui a été préparé à la demande de la Communauté Économique Européenne est une illustration de ces constats. Il comprend entre autres les sujets suivants : description des dommages à la faune et à la flore, modifications du sol, mais aussi atteintes aux bâtiments et à la santé de l'homme. Les mécanismes biochimiques en jeu sont décrits ; on montre comment les polluants (composés soufrés et oxydes d'azote essentiellement) sont produits, transportés et comment ils se déposent. Enfin les coûts et les avantages d'un contrôle des émissions polluantes sont examinés. Une bibliographie importante (13 pages) termine l'ouvrage. Il s'agit là d'un livre de référence qui sera très utile à tous les écologistes que l'étude des pollutions intéresse.

R. DAJOZ

W J. DEMPSTER. — **Patrick MATTHEW and natural selection.** Un volume relié 156 pages paru en 1983. Paul Harris éditeur, 40 York Place, Edinburgh EH1 3HU. Prix : 8,95 livres sterling

Chacun sait que la notion de sélection naturelle est une découverte scientifique importante dont le mérite revient à Charles DARWIN. Mais la gloire de l'illustre naturaliste ne sera pas ternie si l'on fait remarquer que cette notion avait déjà été pressentie, et ses conséquences envisagées, avant lui. On doit citer en particulier l'horticulteur écossais Patrick MATTHEW (1790-1874) dont la vie et l'œuvre font l'objet du livre de Dempster

MATTHEW, qui fit des études d'anatomie, de médecine et de chimie à l'Université d'Édimbourg a été l'auteur de plusieurs ouvrages. Il avait aussi l'expérience de l'arboriculture fruitière et des techniques d'amélioration des fruits par la voie de la sélection. Son œuvre la plus importante est *Naval timber and arboriculture* parue en 1831 peu de temps après le retour de DARWIN de son voyage autour du monde. Un appendice de *Naval timber and arboriculture* est la partie la plus importante du livre, comme un contemporain l'avait déjà noté en 1832 : « This may be truly termed, in a double sense, an extraordinary part of the book. One of the subjects discussed in the appendix is the puzzling one, of the origin of species and varieties » On trouve aussi dans cet appendice, et pour la première fois, l'expression « natural process of selection ». DARWIN avait d'ailleurs eu connaissance de cet ouvrage — il le mentionne dans la sixième édition de *l'Origine des espèces* — et il a écrit en 1860 : « I freely acknowledge that Mr MATTHEW has anticipated by many years the explanation which I have offered of the origin of species under the name of natural selection ».

Le livre de DEMPSTER raconte la vie de MATTHEW et présente le texte intégral de l'appendice de *Naval timber and arboriculture* ; ainsi que la correspondance que MATTHEW a échangée avec divers scientifiques et rédacteurs de revues dans le but de faire reconnaître son antériorité. Un chapitre est consacré à la confrontation avec DARWIN ; un autre montre l'opposition qui s'est affirmée au XIX^e siècle, entre les observations scientifiques des biologistes sur l'évolution et « l'orthodoxie biblique ». En conclusion voilà un ouvrage qui devrait intéresser tous ceux qui s'occupent de l'histoire des sciences et en particulier de l'écologie.

R. DAJOZ

J.E. SATCHELL (Éditeur). — **Earthworm ecology. From DARWIN to vermiculture.** Un volume relié 495 pages. Paru en 1983. Chapman & Hall éditeurs, 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE. Prix : 35 livres sterling

Ce livre est le résultat d'un Colloque qui s'est tenu à la station biologique de Merlewood dans le pays de Galles, à l'occasion du centenaire de la publication du célèbre livre de DARWIN : *The formation of vegetable mould through the action of worms*. On y trouve 41 communications qui font, chacune dans son domaine, le point sur un aspect de l'écologie

des vers de terre.

Les deux premières contributions sont de nature historique. Elles exposent les conditions dans lesquelles le livre de DARWIN a été accueilli et souvent critiqué. Les autres contributions sont regroupées dans les douze rubriques suivantes : Vers de terre et matière organique (vers de terre et structure des sols, élimination des bouses déposées par le bétail, turn-over de la matière organique) ; écologie des vers de terre dans les formations herbacées ; écologie des vers de terre dans les sols cultivés ; écologie des vers de terre dans les régions tropicales ou arides ; écologie des vers de terre dans les sols forestiers ; vers de terre et récupération des terres abandonnées (par exemple dans les anciennes mines de charbon à ciel ouvert) ; vers de terre et pollution (en particulier un article sur la dioxine à Seveso et les vers de terre) ; utilisation des vers de terre pour l'élimination des déchets et élevage des vers de terre (en particulier comme sources de protéines ou de substances à action pharmacodynamique) ; vers de terre et microflore ; vers de terre et chaînes alimentaires (prédation par les Vertébrés, étude d'un curieux genre carnivore consommateur d'autres vers de terre) ; communautés de vers de terre et leur structure. Les deux dernières communications traitent de questions de nomenclature et donnent la liste des noms valables.

Comme le montre ce rapide aperçu du sommaire le colloque de Merlewood a bien rempli son rôle et il couvre tous les aspects de la biologie des vers de terre dont l'importance a été établie il y a cent ans par DARWIN. Ce livre est à recommander à tous les écologistes du sol.

R. DAJOZ

B. CAMPBELL. — **Human ecology. The story of our place in nature from prehistory to the present.** Heinemann educational books, 22 Bedford Square, London. Un volume 198 pages paru en 1983. Prix : 6,95 livres sterling.

L'idée de l'auteur a été de montrer l'homme en relation avec son milieu à la fois dans l'espace et dans le temps. Il décrit ainsi l'écologie des hommes dans les principales formations du globe (forêt tropicale, savane, forêt tempérée, toundra, etc.), telle qu'elle était chez nos lointains ancêtres et telle qu'elle subsiste aujourd'hui chez les rares peuples non touchés ou peu touchés par la civilisation moderne. Avec le développement de l'agriculture et de l'élevage l'équilibre entre la nature et l'humanité se trouve peu à peu rompu. L'acquisition de la vie sédentaire entraîne un accroissement de la population, un changement radical du mode de vie, l'urbanisation et aussi la pollution. L'auteur pose la question : pourrions nous indéfiniment satisfaire les besoins d'une population en croissance rapide qui utilise de plus en plus de matières premières et rejette de plus en plus de déchets, sur une planète aux ressources limitées ? Le problème de la surpopulation est nettement posé. L'auteur conclut en montrant que les changements nécessaires pour assurer la survie dans l'avenir, de l'écosystème de l'homme ne sont plus de nature technologique, mais politique.

R. DAJOZ

P. DUCHAUFOR et B. SOUCHIER. — *Pédologie*. Tome 2. Pédogenèse et classification. Masson éditeur. Un volume 491 pages paru en 1983. Deuxième édition revue et augmentée.

Il s'agit de la deuxième édition d'un ouvrage de pédologie maintenant classique. Cette nouvelle édition a gardé les qualités de la première. On peut dire que cet ouvrage est complet, clair, avec une bibliographie considérable. Les auteurs insistent beaucoup sur l'importance des facteurs écologiques dans la pédogenèse. A l'occasion de cette nouvelle édition divers chapitres ont été plus ou moins complètement remaniés, en particulier ceux qui concernent les processus d'humification, ceux qui concernent le rôle du temps (opposition entre les cycles courts et les cycles longs et les phénomènes d'altération qui en résultent), ceux qui traitent des mouvements de matière d'origine biologique ou dus au lessivage. Vingt quatre photos en couleur montrent des profils de sols caractéristiques. Voilà un ouvrage de référence indispensable pour tous ceux qui s'intéressent à la pédologie.

R. DAJOZ

F. BERNARD. — *Les fourmis et leur milieu en France méditerranéenne*. Lechevalier éditeur. Un volume 149 pages paru en 1983.

L'auteur de ce livre est bien connu pour ses nombreuses publications sur les fourmis qu'il étudie depuis plus de quarante ans, aussi bien en France méditerranéenne qu'en Afrique du Nord. L'idée qui a servi de guide a été de déterminer les exigences des fourmis vis-à-vis des principaux facteurs du milieu et en particulier du climat, de la nature du sol et de la végétation. Pour cela 1100 relevés quantitatifs sur 100 mètres carrés chacun ont été effectués en France méridionale depuis le bord de la mer jusque dans la zone alpine. Les 145 espèces de fourmis recensées forment des groupements de composition variable suivant les régions. L'auteur montre le rôle de la nature de la roche (calcaire ou siliceuse), de la porosité du sol, de la pente, de l'exposition, de la densité du couvert végétal, du climat ; il montre que les fourmis représentent l'essentiel de la biomasse des Invertébrés de la surface du sol, les autres groupes n'intervenant que pour 8 %. Le bilan des fourmis envers la végétation semble bénéfique le plus souvent.

Ce livre renferme une grande abondance de données écologiques sur les fourmis qu'il est difficile de résumer ici. La région méditerranéenne française est certainement la seule qui ait été étudiée si intensément et les renseignements apportés seront certainement très utiles. Des photos et une clé de détermination simplifiée permettent une identification rapide sur le terrain des espèces rencontrées. La bibliographie nous a paru un peu incomplète (beaucoup de travaux cités dans le texte ne sont pas dans la bibliographie) et parfois même inexacte (à la page 15 un article sur les fourmis de l'Esterel est indiqué comme ayant publié dans le *Bulletin d'Écologie* en 1982, ce qui est erroné).

R. DAJOZ

Deux livres sont consacrés à la forêt tropicale humide qui suscite de plus en plus d'intérêt de la part des biologistes depuis que, hélas, elle se trouve de plus en plus menacée

D.J. MABBERLEY. — *Tropical rain forest*. Blackie éditeur, Glasgow. Un volume, 156 pages paru en 1983. Prix : 8,95 livres sterling.

Ce petit ouvrage d'un niveau élémentaire est essentiellement consacré à l'aspect végétal de la rain forest. Il décrit les divers types de sols, les cycles des éléments minéraux, les successions écologiques ; puis il analyse la diversité morphologique et spécifique et enfin présente quelques aspects de la coévolution et de la coexistence entre les nombreuses espèces animales et végétales. La fin de l'ouvrage montre l'impact de l'homme sur la forêt tropicale et les dangers qu'il lui fait courir, et expose les mesures de conservation indispensables. Bonne mise au point à recommander aux étudiants.

R. DAJOZ

S.L. SUTTON (éditeur). — *Tropical rain forest : ecology and management*. Blackwell Scientific publications, Oxford. Special publication number 2 of the British Ecological Society. Un volume 498 pages, paru en 1983.

Il s'agit d'un colloque de la British Ecological Society. Ce volume traite seulement un certain nombre de sujets, mais à l'aide de données originales. Il comprend quatre parties : aspects de la structure et de la diversité de la forêt tropicale ; interaction animaux-végétaux ; décomposition de la matière organique et cycles des éléments ; exploitation de la forêt tropicale. Nous avons apprécié l'importance donnée à l'étude de la faune (une dizaine de contributions) qui est souvent négligée. Tous ceux qui seront amenés à travailler dans la rain forest prendront connaissance du contenu de ce volume avec intérêt. Certains résultats sont étonnants : nous n'en citerons que deux. T.L. ERWIN en étudiant les Coléoptères de la canopée dans les environs de Manaus au Brésil, montre que 97 % des espèces ont moins de 8 mm de long et que beaucoup sont étroitement liées à un type de forêt ; en extrapolant les résultats de cette analyse à toute la terre on peut estimer à trente millions le nombre d'espèces d'insectes existant actuellement ! Un autre article dû à ANDERSON et SWIFT met en doute l'idée très répandue selon laquelle la décomposition de la litière serait si rapide dans la forêt tropicale que la plupart des éléments minéraux seraient stockés dans la biomasse végétale. Il en donne pour preuve, entre autres, la large répartition des podzols dans les régions tropicales.

R. DAJOZ

P.J. COUGHTREY (éditeur). — *Ecological aspects of radionuclide release*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Special publications of the British Ecological Society number 3. Un volume 279 pages paru en 1983

Le but de ce colloque était l'étude du devenir des radionucléides dans l'environnement. Comme on le précise dans l'introduction le développement des centrales électronucléaires ajoute à la radioactivité naturelle un supplément de radioactivité artificielle que certains jugent inacceptable. Un article général (Terrestrial ecosystems : an ecological context for radionuclide research) présente le sujet. Les autres articles traitent de sujets divers tels que l'accumulation du césium et du plutonium dans le sol ; l'accumulation et la migration du strontium, césium, plutonium et américium dans les couches superficielles du sol ; le transfert de radionucléides dans les céréales ; le transfert du césium dans un écosystème vache-prairie au Pays de Galles. D'autres contributions s'intéressent au milieu aquatique : essai de prédiction des doses de rayonnement dans le bassin Rhin-Meuse en l'an 2000 en fonction de l'installation de futures centrales ; transferts dans un estuaire ; évaluation des effets de la libération involontaire de radionucléides dans le milieu marin, etc. Ce rapide aperçu montre l'intérêt de ce volume pour les radioécologistes.

R. DAJOZ

Paul COLINVAUX. — *«Les manèges de la Vie». Cycles et ruses de la nature*. Seuil, 1982.

«L'écologie n'est pas la science de la pollution, ni celle de l'environnement et encore moins celle des désastres». Ainsi débute la préface de cet ouvrage qui représente une tentative méritoire et, à mon avis, réussie, de vulgarisation des principes fondamentaux de l'écologie scientifique. En dépit de quelques dérapages (je doute que, même entre guillemets, les «facteurs biotiques» évoquent aux non-initiés une idée bien précise), et de l'inévitable intrusion de certaines formes de pollution, Paul COLINVAUX donne de la science écologique une vision revivifiante, éclairée par les principes de la sélection naturelle.

À l'heure où une publicité pour une marque d'automobile s'efforce de nous faire croire à un «monde où l'on ne peut compter que sur soi-même», il est réconfortant de voir que les théories modernes de l'écologie s'orientent vers une conception plus conviviale que compétitive : «la prétendue lutte pour la vie entre espèces concurrentes n'est qu'une tranquille compétition qui se traduit par la coexistence pacifique» (le partage des ressources est, peut-être, une idée à méditer). Bien que l'on puisse ne pas être d'accord avec certaines notions (dout-on vraiment se réjouir de la fertilisation des lacs ?) l'auteur semble ignorer les risques dus à la montée des taux de nitrates dans les eaux de surfaces comme dans les eaux souterraines), la lecture de ce livre est aisée et attrayante pour qui s'intéresse à une nature qui n'est sans doute pas aussi dominée par l'agressivité que l'a soutenu Konrad Lorenz.

R. POURRIOT

J.M. LYNCH. — *Soil biotechnology. Microbiological factors in crop productivity*. Blackwell Scientific Publication. Oxford. London 191 pp, 135 figures, 37 tableaux, 327 références bibliographiques.

Ce livre peut se diviser en trois parties :

1. L'étude des microorganismes du sol et les processus de dégradation de la matière organique dans ce milieu.

2. Les relations «plantes-microorganismes» (pathogènes, production de régulateurs de croissance, phytotoxines... par les microorganismes).

3. L'exploitation des données fondamentales pour optimiser les productions agricoles et horticoles.

Ce remarquable ouvrage traite d'un sujet qui est particulièrement d'actualité : la biotechnologie des sols et il aborde la «manipulation des microorganismes et de leur processus de métabolisation» en vue d'améliorer et de contrôler la production végétale.

C'est un exemple qui prouve que les recherches d'écologie microbienne fondamentales peuvent être directement utilisées pour améliorer et diriger la production de plantes ayant un intérêt agronomique.

Cet ouvrage de synthèse sera extrêmement utile à tous les chercheurs et enseignants s'intéressant aux sols.

G. KILBERTUS

LETHMATE, J (1977). — «Problemlöseverhalten von Orang-Utans» Comportement de solution de problèmes chez les Orang-Outangs. Verlag Paul Parey Berlin, 70 pp. avec 36 fig., Fasc. 19 de «Advances in Ethology». ISBN 3—489—71436—9. Prix : 48, — DM

«Chimpanze's intellectual superiority — a myth ? — Cette question du primatologue américain RUMBAUGH a pour la première fois mis en doute l'opinion largement répandue selon laquelle le Chimpanzé serait «le plus intelligent» des grands Anthropoïdes. Le travail de LETHMATE qui présente les résultats obtenus sur des Orang-Outangs vivant dans des jardins zoologiques, pose la même question avec plus d'insistance, d'autant plus que les études dont nous disposons jusqu'à présent sur les Orang étaient incomplètes ou peu satisfaisantes.

La solution de problèmes se définit comme le processus par lequel, dans une situation problématique nouvelle et complexe, l'animal choisit ou découvre parmi un certain nombre de possibilités d'action celle qui mène au but, c'est-à-dire à la solution du problème. Les manifestations d'un comportement «intelligent» chez un animal d'expérience correspondent donc à des processus d'action que l'animal montre dans une situation problématique correspondante : par exemple l'emploi de la fabrication d'un outil. Au cours de ses recherches, LETHMATE a constaté que les Primates asiatiques ont été sous-estimés dans des domaines du comportement tels que l'utilisation d'outils. Les Orang ne sont aucunement inférieurs à leurs frères africains, les Chimpan-

zés. Il faut dire aussi que nous ne savons rien ou très peu sur les Gorilles, d'une part, et les Gibbons et les Siamangs, d'autre part.

LETHMATE est de Munster, de la célèbre école de Bernhard RENSCH, et il est donc inutile d'exposer en détail les méthodes de travail utilisées pour l'élaboration des problèmes, car elles correspondent dans leurs grandes lignes aux expériences classiques menées avec succès depuis de nombreuses années sur les Chimpanzés.

On se demande souvent, surtout en regardant les figures, pourquoi les animaux sont obligés de passer les mains à travers une grille à mailles étroites pour effectuer leurs manipulations (cf. fig. 4, 5, 6, 7, 9, 12, 18 etc.). S'agit-il d'animaux particulièrement méchants ? Sans doute pas, car la suite des recherches montre qu'on peut s'y prendre autrement. Les Orangs ne sont toujours que des hommes.

P.S. Le grand intérêt que suscite l'Orang-Outang actuellement, a donné naissance à une étude de terrain :

RIJKSEN, H.D. (1978), *A Field Study on Sumatran Orang-Outans ; Ecology, Behaviour and Conservation*. Wageningen, 420 pp.

HAENSCH, G. & HAPERKAMP DE ANTON, G. (1981). — «Dictionnaire de la Biologie». Anglais, Allemand, Français. Espagnol. BLV-Verlagsgesellschaft München, 680 pp. Prix : DM 128,—

Ce «Dictionnaire de la Biologie» qui vient de paraître en 2ème édition entièrement révisée, présente avec 12.800 termes une sélection représentative du vocabulaire biologique. L'anglais étant la langue la plus importante sur le plan international, c'est elle qui figure au premier rang en ordre alphabétique, suivie de l'allemand, du français et de l'espagnol. Des index spécifiques permettent un repérage rapide dans les 4 langues.

Par rapport à d'autres dictionnaires (par exemple Dictionnaire Éthologique, 1977), celui-ci présente l'inconvénient de ne pas expliquer les termes spéciaux. On note par ailleurs un certain nombre d'erreurs de traduction. Sans vouloir entrer dans les détails, citons ici deux exemples typiques relevés sur les p. 454-455 : Wirbelkörper - corp vertébral au lieu de vertèbre ; Urwald - forêt primitive au lieu de forêt primaire.

Le prix de 128,— DM (plus de 350 F) paraît assez élevé.

Armin HEYMER

SIELMANN, H. (1981). — «Das Wild unserer Felder und Wälder» (Le gibier de nos champs et forêts). Paul Parey Verlag Hamburg et Berlin, 192 pp. avec 352 fig dont 174 en couleurs. Prix : 19, 80 DM.

Ce guide à caractère écologique permet aux chasseurs de reconnaître parfaitement les oiseaux et les mammifères qu'ils rencontrent dans les champs et dans les forêts. Les modes de

vie, le comportement et l'évolution, les maladies et la protection des différentes espèces sont traités d'une façon succincte et claire.

A côté des photos en couleurs de l'auteur, de très beaux dessins multicolores complètent l'illustration. L'éthologiste s'intéressera plus particulièrement aux nombreuses expressions du langage des chasseurs

Armin HEYMER

SIEWING, R. (Éd. 1978). — *Evolution*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 450 pp. avec 142 fig. UTB 748. Prix : 26,80 DM.

Rédigé avec la collaboration de 19 chercheurs, ce livre présente les phénomènes de l'évolution ainsi que la méthodologie de recherche et l'analyse causale qui sont à la base de leur étude. Un coup d'oeil sur la table des matières montre que le lecteur n'est pas immédiatement et exclusivement confronté aux problèmes de l'évolution dans le sens biologique du terme. Au contraire, les premiers chapitres offrent des aspects tout à fait nouveaux tels que l'évolution du cosmos, l'évolution des astres et la synthèse des éléments, l'évolution chimique, la formation de la croûte terrestre, l'évolution du régime d'oxygène terrestre. L'introduction dans les problèmes de l'évolution biologique à proprement parler ne commence qu'au 6ème chapitre. Ces particularités confèrent à ce livre une place privilégiée parmi tous les autres livres sur l'évolution.

Les thèmes principaux concernant l'évolution biologique sont les suivants : Évolution de la vie primitive, évolution du métabolisme et de la production biologique d'énergie, apparition de la cellule karyotique, processus évolutifs dans le règne animal, chemins évolutifs chez les plantes, contributions paléontologiques à l'évolution des organismes, comportement et évolution, embryologie, zoogéographie, évolution et environnement, théorie de la sélection, bases génétiques de la variation des espèces, génétique des populations, naissance d'une nouvelle espèce, évolution des Homiidae, la position particulière de l'Homme du point de vue biologique, biologie et évolution culturelle, évolution des cultures et évolution dans le domaine de la technique. Les dernières contributions en particulier font apparaître une fois de plus l'intérêt exceptionnel de ce livre qui peut être recommandé chaleureusement à tous ceux qui se sentent concernés par l'évolution sous tous ses aspects.

Armin HEYMER

LEUTHOLD, W. (1977). — *African Ungulates, a comparative review of their Ethology and Behavioural Ecology*. Springer Verlag Berlin Heidelberg New-York, Zoophysiology and Ecology 8, 307 pp. with 55 fig

Ces 20 dernières années, les Ruminants africains ont suscité un intérêt accru. Parallèlement à des recherches écologiques, souvent motivées par des mesures de protection dans

certaines régions, un grand nombre d'études du comportement ont été effectuées. La grande variété des Bovidés africains, en particulier, a donné lieu à l'étude de problèmes passionnants.

LEUTHOLD qui a travaillé pendant de longues années au Kenya, s'est attaché à trier et à analyser la volumineuse bibliographie existant sur ce sujet (p. 279-294, plus de 400 titres) et à exposer dans son livre l'état le plus récent de la recherche. Dans le premier chapitre, il décrit les biotopes africains, la faune des Ongulés, les travaux éthologiques en Afrique, l'historique et les méthodes de recherche. Le comportement non social (p. 19-84), le comportement social (p. 85-224), l'adaptation comportementale et écologique (p. 225-278) sont les grands thèmes abordés par ce livre.

Armin HEYMER

C. JACQUIOT. — *Écologie appliquée à la sylviculture*. Un volume V + 184 pages, 9 pl. photos hors texte. Gauthier-Villars éditeur, Paris, 1984

La forêt joue un rôle essentiel dans la vie des hommes : elle apporte des produits indispensables, principalement le bois, elle assure la protection des sols et participe de façon non négligeable à l'amélioration de la qualité de la vie. Pour obtenir de la forêt le maximum sans en provoquer la dégradation ou même la destruction, il importe de la gérer au mieux. C'est là le rôle du sylviculteur. Or la forêt est une biocénose extrêmement complexe. Son équilibre dépend de nombreux facteurs qu'il faut connaître. L'auteur de ce livre, forestier connu, ancien Conservateur des Eaux et Forêts, nous livre le bilan de nombreuses années d'expérience et de réflexion. Il analyse les divers phénomènes physiologiques et écologiques qui interviennent dans la vie des arbres et des forêts. Il montre que la connaissance de ces phénomènes est à l'origine des différentes techniques d'aménagement des forêts et de leur exploitation. Il insiste en particulier sur les différents modes d'aménagement : futaie, taillis, taillis sous futaie, régénération naturelle ou artificielle, boisement et reboisement par des essences autochtones ou introduites. Un important chapitre concerne les aspects écologiques des mesures de défense et de protection de la forêt contre ses ennemis de tous ordres : incendies, pollutions, attaques climatologiques, parasites, etc., et même actions inconsidérées de l'homme. Il montre aussi l'intérêt de certaines opérations particulièrement réussies : boisement des Landes, du Mont Aigoual ou du Mont Ventoux.

Dans ce livre on trouve non seulement une étude écologique approfondie de certaines forêts climatiques « naturelles », mais aussi la description des principes et des méthodes indispensables à une sylviculture rationnelle. Voilà un ouvrage qui sera utile aux forestiers et qui apportera beaucoup de connaissances, théoriques et pratiques, à tous ceux que le milieu forestier intéresse.

WALTER, H. (1980). — *Bekenntnisse eines Ökologen — Erlebtes in acht Jahrzehnten* (Confessions d'un écologiste — huit décennies de vie). Gustav Fischer Verlag Stuttgart + New-York, 334 pp. avec 15 fig. Prix : 18,— DM.

Ce botaniste et écologiste connu nous fait ici le récit de sa vie mouvementée et bien remplie. Après une enfance vécue en Russie avant la Révolution, il raconte ses études, ses recherches et son travail dans l'enseignement universitaire, ses rencontres avec de nombreux scientifiques ainsi que ses voyages de recherche à travers tous les continents.

WALTER doit sa réputation internationale surtout aux livres qu'il a publiés (plus d'une vingtaine) et qui vont du « Régime hydraulique de la plante » (1925) aux ouvrages importants sur « Les zones de végétation et le climat de la terre ».

A. HEYMER

G. LITTLE. — *The colonisation of land. Origins and adaptations of terrestrial animals*. Un volume 21 × 28, de VI + 290 pages. Cambridge University Press, paru en 1983

Le milieu aquatique et le milieu terrestre diffèrent profondément entre eux par leurs propriétés physiques et chimiques. Le passage du milieu aquatique au milieu terrestre représente pour les animaux qui l'entreprennent un bouleversement écologique important, qui demande des changements et des adaptations nombreux. Les plus importants sont d'ordre physiologique et intéressant l'économie de l'eau et des sels minéraux, l'excrétion azotée. Ce livre commence par examiner les groupes tels que les Nématodes, les Annelides, qui sont tous cantonnés dans le milieu aquatique ou dans un milieu très humide. Puis il passe aux Mollusques et aux Crustacés ainsi qu'aux Insectes pour montrer comment, dans ces groupes, s'est faite l'adaptation au milieu terrestre. Les adaptations à des milieux particulièrement arides sont particulièrement envisagées. Enfin les Vertébrés sont passés en revue, avec le cas des Dipneutes, des Amphibiens fossiles et actuels, des Amniotes. Les données que l'on peut obtenir de l'étude des fossiles sont confrontées à celles qui sont tirées des groupes actuels pour mettre en évidence les diverses voies qui ont conduit du milieu aquatique au milieu terrestre.

Cet ouvrage, très complet, abondamment illustré de schémas, graphiques et photos, pourvu d'une abondante bibliographie, représente une très bonne mise au point sur une étape d'importance capitale dans l'évolution de plusieurs groupes zoologiques. On ne peut que conseiller de lire ce livre qui aborde très clairement tous les aspects d'un sujet pourtant complexe.

VIE DE LA SOCIÉTÉ

Cette rubrique paraîtra désormais régulièrement. Les membres de la Société non abonnés au Bulletin en recevront des livrés à part. Pour cette première parution, nous regroupons le compte-rendu de l'Assemblée Générale de janvier 1983 et diverses informations rendant compte de la vie de la Société depuis cette Assemblée et depuis la réunion du Conseil en avril 1983.

Le Secrétariat Général

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 28 JANVIER 1983

ORDRE DU JOUR : Allocation de bienvenue du Président
Rapport moral (Secrétaire Générale)
Rapport financier (Trésorier)
Discussion et actions à prévoir

RAPPORT MORAL

La dernière Assemblée Générale qui s'est tenue le 24 avril 1982 a procédé au renouvellement de la moitié du Conseil et à celui du Bureau. Par suite du retard apporté à ce renouvellement statutaire, les membres du Conseil renouvelables en 1983 le seront en réalité en janvier 1984, lors de la prochaine Assemblée Générale.

Rappelons que les membres du Conseil sont élus pour quatre ans, que le renouvellement a lieu par moitié tous les deux ans, de sorte que :

— 12 membres seront renouvelés en 1984 (à titre de rappel : MM. BOUDOUËSQUE, COINEAU, GEHU, LAMOTTE, LAUBIER, LEBRETON, LEGAY, MASSOUD, OZENDA, PESSON, VAN-NIEP, Mme RIGOU).

— 13 membres seront renouvelés en 1986 (à titre de rappel : MM. AMANIEU, de BEAUFORT, BELLAN, BLANDIN, BOURNAUD, CHARLES, DAJOZ, DE CAMPS, JARRY, LEFEUVRE, LOSSAINT, RAMADE, TREHEN).

Tout Conseiller peut être réélu, donc exercer 4 ans X 2, mais doit ensuite attendre deux ans pour pouvoir se représenter. Le Bureau, mandaté par le Conseil, est élu tous les deux ans, à chaque renouvellement, mais par souci d'assurer le suivi des opérations les membres sortant en 1984 seront prolongés jusqu'en 1986.

Un appel de candidatures sera lancé pour l'Assemblée Générale de 1984.

Comment se présente la vie de la Société actuellement ?

Il faut bien constater qu'elle se limite à l'édition du Bulletin d'Écologie, opération très onéreuse qui consomme toutes les finances disponibles et mêmes celles qu'on n'a pas en plus !

Ce manque absolu de marge de manoeuvre entraîne :

— un manque d'organisation de Colloques, qui est dû, aussi, au manque de volonté de membres qui en auraient la possibilité, à condition quand même d'y être incités matériellement ;

— un manque de vie régionale pour diverses raisons : les membres sollicités partout ne trouvent pas de ciment unificateur, leurs motivations s'exerçant ailleurs ; la Société est refermée sur le monde scientifique, sans ouverture vers l'extérieur (aucune participation aux États Régionaux de l'Environnement) ;

— aucune relation réelle avec les Sociétés d'Écologie européennes (après des efforts exercés auprès de la British Society mais aucun après le Colloque de la Société Allemande à Berlin) si bien que l'annonce du Colloque des Sociétés à Lund ne nous est pas parvenu.

Cette situation fait que nous nous axerons sur les problèmes entraînés par la parution du Bulletin, techniques et financiers, et sur des propositions de changement à son niveau, susceptibles d'influencer fortement la politique de la Société.

Les problèmes du Bulletin

Je n'ai pas lieu de m'attarder sur le fond scientifique, le problème étant financier en premier lieu.

N'oublions pas que la parution de quatre fascicules du Bulletin par an, coûte environ 200.000 F. Le C.N.R.S., il y a quelques années, versait une subvention de 30.000 F. Lors de sa suppression, le Président A. RIOUX intervint auprès du Secrétaire d'État à l'Environnement, M. DELMAS, pour que le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie soutienne la parution du Bulletin, aux termes d'un accord qui céderait 1 fascicule par an au MECV sur les publications des recherches dans les Parcs Nationaux, moyennant contrôle et finance, le fascicule étant de 95 pages selon nos propres normes.

En 1980, la Société a touché mais n'a pas publié le fascicule.

En 1981, la Société a touché et a publié le fascicule «Parcs» de sorte que la publication du N° 12 s'est établie comme suit :

Fascicule 1 - avril : Société

Fascicule 2/3 - juillet-octobre : Spécial ME/Parcs
Fascicule 4 - décembre : Société

Il reste devoir le fascicule de 1980, sauf si l'on considère que le fascicule 2/3 en recouvre deux, pour les années 1980 et 1981, ce qui n'a pas été réellement admis.

En 1982, la Société a demandé :

- 100 000 F, accordés par la Délégation à la Qualité de la Vie (DQV) assez difficilement ;
- 50 000 F pour sortir un fascicule supplémentaire et rattraper le retard.

Il nous est octroyé 70 000 F sous forme d'un contrat accordé par la Direction de la Protection de la Nature (DPN) afin de réaliser un inventaire documentaire et critique sur l'histoire des espaces protégés et, notamment, des parcs nationaux en France.

La fourniture de l'inventaire des sources écrites disponibles dans les organismes de recherche, les bibliothèques et dépôts d'archives (Parcs surtout) est indispensable au lancement d'une étude ultérieure que se propose le Ministère. Quelques membres du Bureau se sont attelés à cette recherche, dont les résultats doivent être fournis à la fin du 1^{er} trimestre, mais ils font appel à la bonne volonté de tous.

Ceci veut dire que pour 1982 nous sortons :

au titre du ME - Fascicule 2 - juillet : n°1 contrat Faune Flore «zones humides»

fascicule 4 - décembre : n°2 contrat Faune Flore «zones humides» qui est à la composition car il a fallu attendre certains auteurs en retard)

En 1983, la DQV nous renvoie vers la DPN, au titre des publications scientifiques jusqu'il ne s'agit pas d'une subvention au sens propre. La question va être revue.

Les problèmes avec le Ministère de l'Environnement

— La précarité des «subventions» qui n'en sont pas, le ME voulait s'axer sur l'étude de contrats, prévoyant des publications, avec la DPN

- Les changements constants dans la politique du ME.
- Le contrôle des articles des fascicules spéciaux
- Le mode d'expédition des fascicules supplémentaires : pour le fascicule sur les Parcs, 2 000 exemplaires ont été expédiés par le ME car il avait été prévu que la DPN se chargerait financièrement de l'envoi, il avait tardé plus d'un an. Pour les fascicules sur les zones humides, la répartition des 1 000 exemplaires supplémentaires est assurée par les DRAE qui ont reçu chacun (il y en a 23) un paquet à diffuser

La négociation de la subvention au coup par coup représente une forte contrainte lorsqu'on doit assurer la parution de quatre fascicules par an. Le renvoi vers la DPN, avec établissement d'une convention prévoyant un pourcentage sur les contrats réservés à la Société pour publier les résultats, est trop difficile car il induit des délais et l'exigence du contrôle d'un Comité comme Faune et Flore, alors que celui-ci a été dissous.

Une série de mesures à être prise en 1982 concernant le Bulletin

- suppression des 25 tirés-à-part gratuits aux auteurs ;
- commande directe des tirés-à-part par les auteurs à l'imprimeur ;
- le volume des publications par année est fixé à 95 pages/fascicule $\times$ 4 = 380 p. Tout supplément doit avoir un financement ;
- le tirage sera réduit à 800 exemplaires ;
- les photos seront à la charge des auteurs ;
- les abonnés qui n'auront pas payé au bout de six mois (soit deux fascicules) verront leur abonnement suspendu et recevront une lettre explicative ;
- tout fascicule manquant non réclamé dans un délai de six mois ne pourra être remplacé au-delà de cette limite ;

- gestion du stock ;
- recrutement d'un vacataire à temps partiel pour assurer le secrétariat ;
- accord sur le principe de l'insertion de publicité très contrôlée, le prix de la page par fascicule étant évaluée à 2 000 F.

Une politique de relance d'abonnements auprès des laboratoires et organismes scientifiques est à mener.

Reste aussi le problème des analyses d'ouvrages ; les éditeurs doivent être prévenus afin qu'ils envoient les livres à analyser. Il est urgent d'établir l'état du stock de bulletins qui restent à Brunoy et chez l'imprimeur, à Gap ; il est à craindre qu'il n'en reste pas chez Masson. Il conviendra d'établir le prix de vente de la collection et d'un numéro.

Pour dégager la Société de trop grands frais d'impression, une étude a été entreprise, qui va être présentée par le Trésorier.

Le contenu du Bulletin

Le Secrétaire Général Adjoint fait le point en ce qui concerne la parution.

- Le fascicule 1/1983 est composé,
- Le fascicule 2/1983 est pratiquement prêt à être envoyé à la composition.

Il y a suffisamment d'articles pour un N°3, compte tenu que le N°4 est réservé actuellement au N° spécial. Ainsi la parution, cette année, permettra de résorber le retard antérieur.

- Le numéro 4/1982 paraîtra après le N°1/1983, en tant que fascicule spécial du Ministère, à cause du retard de deux auteurs.

Dans l'ensemble les lecteurs renvoient les manuscrits dans un délai correct mais les auteurs n'adressent pas tous leurs articles en trois exemplaires et n'appliquent pas toujours les règles habituelles de présentation (legendes des figures à part, etc.). Toutefois l'ensemble est assez satisfaisant, à part quelques articles refusés ou en cours de remaniement.

Questions et discussions

■ Faut-il publier un bulletin de liaison ?

Non, c'est trop de travail et le Bulletin va comprendre une rubrique «Vie de la Société», ce qui évite les envois supplémentaires. Si un bulletin d'information ronco a existé, c'est que le CNRS interdisait, à l'époque, d'insérer cette rubrique dans les fascicules.

Les comptes-rendus des Assemblées Générales y paraîtront, de même que l'annonce des Colloques ; la parution trimestrielle régulière permettra que les annonces ne soient pas caduques.

Pour les membres de la Société non abonnés, dont le nombre est faible, un petit stock de tirés-à-part de cette rubrique sera constitué et un exemplaire leur sera envoyé directement.

■ À quoi sert le Bulletin, à qui s'adresse-t-il ?

D'une discussion générale entre les participants, il ressort que deux courants se rencontrent.

Faut-il se cantonner dans la publication d'articles de très haut niveau ? Certains membres ne veulent pas envoyer leurs articles parce qu'ils pensent qu'une sélection insuffisamment sévère règne (ils ont tort, voir les refus adressés à des chercheurs reconnus). Ils pensent, aussi, que le Bulletin est un peu bâtarde depuis qu'il sort un numéro spécial du Ministère de l'Environnement ; ils ne comprennent plus la finalité et pensent qu'un compromis est impossible.

Pour certains participants, il semble plutôt, que tout en maintenant un très bon niveau, la vocation du Bulletin soit de s'adresser à un public assez large, cela conditionne d'ailleurs le nombre d'abonnements. Il n'est pas question de reprendre une vieille discussion entre écologie «pure» et écologie «appliquée» qui est maintenant

périée. D'autant que les revues nationales, elles-mêmes, ne sont pas toujours exemptes de critiques. Il faut des articles très scientifiques, mais d'autres plus accessibles. Ou bien il faut faire les articles à deux ou même trois niveaux, pour trois couches de public, la dernière étant au niveau de la vulgarisation (ce qui sous entend trois revues). C'est par exemple, ce que vont faire les Assises permanentes de l'Environnement en Bretagne : utiliser les articles scientifiques et les vulgariser.

RAPPORT FINANCIER

Le trésorier présente le compte rendu financier.

I — COMPTE-COURANT C.C.P.

DÉPENSES	RECETTES	
Impression du Bulletin (T XII-1 et 2)	Avoir au 24.4.82	99 052,06 F
Secrétariat du Bulletin	Abonnements	37 648,03 F
	Cotisations	
Secrétariat courant	889,70 F Remb. T.V.A.	19 953,33 F
Subvention	100.000,00 F Environnement	
Total dépenses	121.251,29 F Total recettes	256 653,42 F
AVOIR C.C.P. : 135 402,13 F		

II — COMPTE BANCAIRE C.I.C.

AVOIR au 24.4.1982 : 5 167,28 F

DÉPENSES	RECETTES
Tenue de compte : 35,28 F	Coupon S.N.C.F. : 83,70 F
AVOIR au 28.1.1983 : 5 215,70 F	

Pour mémoire : capital + obligation S.N.C.F. 9,3 % à 1 000 F évaluée à 783,27 F

Les Commissaires aux comptes sont MM. LOSSAINT et MAS-SOUD. L'Assemblée Générale donne quitus au Trésorier, à l'unanimité, après accord des Commissaires.

Du recensement actuel entrepris au niveau du fichier, il ressort que :

ÉTAT DES ABONNEMENTS POUR 1983

Particuliers	France	298	(à 180 F)	= 53.640 F	Total France : 369
	Étranger				
Organismes	(tarif France)	5	(à 180 F)	= 900 F	
	Étranger (hors CEE)	13	(à 250 F)	= 3.250 F	
	France	36	(à 380 F)	= 13.680 F	
	(par libraires)	35	(à 340 F)	= 11.900 F	
	CEE	22	(à 340 F)	= 7.480 F	
	(par libraires)	80	(à 360 F)	= 28.800 F	Total Étrangers : 120
Étranger hors CEE		489			

Revenu potentiel des ventes du Bulletin : 119.650 F

ÉTAT DES ADHÉSIONS

France : 343 membres dont 45 sans abonnement
Étranger : 18
Total adhérents : 361 à 50 F
Revenu potentiel des cotisations : 18.050

ARRIÈRES

Abonnements : 63.930 F
Cotisations : 2.800 F
66.730 F

VALEUR DU STOCK
Non évaluée

ÉTAT DES ARCHIVES

- Aucune correspondance
- Pas de cahier statuaire
- Statuts : diverses copies des statuts et des parutions au Journal Officiel
- Une copie de Certificat à la Commission paritaire
- Quatre cahiers comptables
- Un fichier des abonnés et membres pour les particuliers et pour les organismes
- Un jeu de factures à partir de juin 1980
- Les bordereaux du CCP pour 1980, 1981 et 1982

ÉTAT DU FICHIER DES ABONNÉS

Avant révision et mise à jour :
829 fiches nominatives
dont 340 sans objet (démissions, non paiement depuis 1979, inscriptions multiples : 280 particuliers, 60 organismes)

Propositions du Trésorier concernant le Bulletin.
Pour réduire les frais d'impression, diverses solutions sont à l'étude :

- Offset chez imprimeur
- Convention avec d'autres Sociétés qui ont acheté le matériel de composition
- Passage sur du matériel en Université
- Le prix de la page s'échelonnerait entre 120 F et 40 F, soit 100 F en moyenne par exemple (au lieu des 500 F actuels)
- Si le format était réduit à 16×24 cm (cf. le Bulletin de la Société de Botanique), le Bulletin reviendrait environ à 90 000 F par an, tire en 750 exemplaires, soit moitié au plus, de son coût actuel.
- La réduction du format actuel économiserait 18.000 F par an

Divers problèmes sont encore à étudier :

- Facturation de services, taxes, impôts entre Sociétés.

— Travail supplémentaire de mise en forme des manuscrits, mise en page. (Mais le routage serait toujours assuré par l'imprimeur).

— Inconvénient du format réduit pour la présentation des grands tableaux et des cartes (mais on peut faire des plisages et utiliser les pages du milieu).

Ce qui importe est de maintenir la qualité du Bulletin, de bien vérifier la composition et.

Les consultations continuent.

COLLOQUES

En ce qui concerne une relance de la vie régionale, une réunion étudierait quels moyens se donner, mais ils sont fonction de l'état des finances, donc des économies. Néanmoins, sur la base de la création des Zones d'éducation prioritaire dans les départements, un recensement peut être fait et il sera demandé aux membres de la Société comment ils comptent intervenir dans leur région (voir APBG).

Des colloques en commun sont envisagés avec des Sociétés aux intérêts proches des nôtres.

Monsieur LAVELLE est venu proposer à la Société de parrainer le Colloque.

ALLOCATION ET PARTAGE DES RESSOURCES à l'École Normale Supérieure du 14 au 17 novembre 1983

Organisateurs : MM. LAVELLE et MEYER

Ce Colloque est très général, traite de la méthodologie à la physiologie, l'ethologie, l'écologie etc. La Société qui patronnera le Colloque en publiera les actes, sous forme d'un fascicule normal, mais avec un tirage supplémentaire pour les participants non membres qui désieront l'acheter.

Le Colloque des Sociétés européennes d'Écologie, à Lund (Suède), en août 1983 n'a pas fait l'objet d'une annonce à notre Société. Une réclamation sera faite. Le thème intéresse précédemment un certain nombre de membres puisqu'il concerne les relations animal-végétation.

En 1984 un Colloque des Indicateurs Biologiques sera organisé par la Société.

BULLETIN

Un changement d'éditeur a été décidé, qui permet de réduire le coût de fabrication. Cette opération a provoqué quelques retards reconnus par la grève des P.T.T. Le n° 4 du tome 13 (1982) — deuxième numéro « zones humides » publié pour le Secrétariat d'État à l'Environnement — a en outre été retardé par l'obtention difficile de manuscrits définitifs.

Pour des raisons techniques, le format du Bulletin passera à 21 x 29,7 cm. À partir du tome 15, le contenu sera annoncé dans les Courants Contents.

Le Conseil souhaite que le Bulletin accueille des mises au point et des articles de synthèses, susceptibles en particulier de rendre service aux enseignants du Second Degré. Bien entendu, ces articles seront soumis au Comité de lecture selon la procédure normale. Appel est donc fait à tous de participer aussi sous cette forme à la vie de la Société en proposant des textes.

Le recensement des stocks du Bulletin a été effectué et des collections complètes (quelques dizaines) sont en cours de constitution. Le prix des tomes 1 à 13 (1970 à 1982) est fixé à 1 500 F + port.

PRIX SCIENTIFIQUES

Le Conseil proposera à l'Assemblée Générale de janvier 1984 la

création de deux Prix :

— Le Prix de la Société d'Écologie d'Écologie, attribué à un jeune chercheur dont les premiers travaux auront été remarqués (niveau thèse de 3ème cycle),

— Le Prix « Charles SAUVAGE », attribué à un chercheur dont les travaux auront acquis une large notoriété, nationale ou internationale (niveau thèse d'État ou équivalent).

Ces prix seront attribués annuellement, à l'occasion de l'Assemblée Générale.

COLLOQUES

La Société a parrainé le Colloque « Allocation et partage des ressources » organisé en novembre 1983 par MM. LAVELLE et MEYER à l'École Normale Supérieure. Ce colloque a été parrainé conjointement par la Société d'Écophysiologie.

À l'occasion de l'Assemblée Générale de janvier 1984, un ensemble de conférences, organisé par MM. BELAN, BLANDIN et BOLRNALD, portera sur le thème des indicateurs biologiques et leur intérêt et leurs limites seront discutées, aussi bien pour les milieux continentaux que pour les milieux marins.

La Société s'est de longue date préoccupée de l'enseignement de l'Écologie et des autres sciences biologiques dans le Second Degré. Le Conseil envisage d'organiser un Colloque sur ces problèmes à possible des 1984.

ACTIVITÉS DIVERSES

La Direction de la Protection de la Nature a passé un contrat de 70 000 F avec la Société pour monter « l'inventaire documentaire et critique sur l'histoire des espaces protégés et notamment des parcs nationaux ». Un rapport intermédiaire a été produit et le rapport définitif est en cours de rédaction par la Secrétaire Générale.

INTECOL

La Société est désormais membre de l'Association Internationale d'Écologie, « *Intecol Newsletter* » est reçu au Secrétariat Général. Le numéro d'octobre 1983 contient un appel du Professeur GOLLEY, Secrétaire Général d'INTECOL, pour une réflexion sur la possibilité de créer un réseau mondial de sites de mesure de la biomasse : INTECOL pourrait animer un programme sur ce sujet d'importance internationale. La Société d'Écologie sera appelée à réfléchir sur ce que pourrait être la participation française à un tel programme.

EFFECTIFS DE LA SOCIÉTÉ

La mise au point du fichier a demandé un lourd travail à Mme BERLHELOT. La situation actuelle est la suivante :

- 245 membres adhérents et abonnés
- 62 membres non abonnés
- 82 institutions et laboratoires français abonnés
- 79 institutions et laboratoires étrangers abonnés.

Au total, 415 abonnements sont servis.

En 1983, 34 nouvelles adhésions individuelles ont été enregistrées. Une campagne va être lancée pour que s'accroissent les effectifs de la Société. L'aide de tous les membres sera nécessaire. L'objectif est double : accroître la représentativité de la Société et améliorer ses moyens financiers.

COLLOQUES INTERNATIONAUX 1984

14 mai et suiv. 2nd International Rangeland Congress, Adelaide, Australie. Org. : P.J. Poss. CSIRO, Division of Land Resources Management, Private Bag, PO Denham, 2710 Australia.

28 mai et suiv. International Symposium. Management of the World's Savannas. Brisbane, Australie. Org. : Symposium Secretary, Division of Tropical Crops and Pastures, CSIRO, Cunningham Laboratory, St. Lucia, Brisbane, Queensland, Australia 4067.

13 juin et suiv. 2nd International Wetlands Conference, Joint Meeting Intecol — Scope — MAB/UNESCO. Trebon, Tchécoslovaquie. Org. : Dr. Jan Kvet, Inst. of Botany, Dep. of Hydro botany, Trebon, Dukelska, Tchécoslovaquie

13 août et suiv. 4th International Conference on Mediterranean Ecosystems. Nedlands, Western Australia. Org. : MEDECOS, Dep. of Botany, The Univ. of Western Australia, Nedlands, Western Australia 6009

Les personnes intéressées doivent prendre très rapidement contact avec les organisateurs

CONSEIL DU 23 AVRIL 1983

Au Conseil de la Société d'Écologie, le samedi 23 avril 1983, qui s'est tenu à l'École Normale Supérieure, assistaient treize membres MM. BELLAN, BLANDIN, DAJOZ, DELAMARE-DEBOLLEVILLE, LAMOTTE, LEUFEUVRE, MASSOUD, OZENDA, PESSON, RAMADE, RIOUX, TREHEN, Mme RICOU.

Étaient excusés : MM. AMANIEU, de BEAUFORT, BOURNAUD, JARRY, LOSSAINT, VANNIER

Ordre du jour

- État financier
- Avenir du Bulletin
- Représentation de la Société au Comité des Sciences Biologiques
- Organisation des Colloques 1983-1984
- Place de l'Écologie, de la Botanique et de la Zoologie dans l'enseignement du second degré
- Vie régionale
- Questions diverses.

PROBLÈMES FINANCIERS ET MISE AU POINT DU FICHIER

Mme BERTHELOT a dressé un rappel de versement des cotisations en retard. La mise au point du fichier correspond à un essai d'assainissement des finances, un certain nombre de membres continuant à recevoir le Bulletin sans être réabonnés

Membres adhérents et abonnés	350
Membres non abonnés	50
Laboratoires français abonnés	75
Laboratoires étrangers abonnés	85

Ceci représente 460 abonnements et permet de réduire le tirage du Bulletin à 700 exemplaires.

Très peu d'étrangers sont membres et abonnés : 20 y compris les français résidant hors de France.

Le recensement des stocks du Bulletin ayant été effectué (à Brunoy et chez l'imprimeur), montre qu'il reste environ 80 collections complètes.

Le prix de la collection complète est fixé compte tenu de la résorption en août 1984 du très ancien retard dans la parution, les deux premiers numéros de l'année étant prêts. D'après la somme des prix marqués, assortie d'un coefficient 1/2 environ, le prix de l'ensemble des Tomes 1 à 13 (1970 à 1982), s'élève à 1.500 F + port.

SUBVENTIONS ET PARUTION DU BULLETIN

Le problème des subventions se pose chaque année et il faut chercher un autre accord plus régulier, avec le Ministère de l'Environnement. Un Service spécial va être créé au niveau des publications et il faut prendre contact avec sa direction dès le début. La Direction

à la Qualité de la Vie a accordé, pour 1983, 150.000 F qui serviront au montage et à la publication du fascicule spécial «*Écologie en France*», fascicule n°4 du Tome 14

Le montage montre une redondance de la documentation rédigée (1/3 à 1/2) ; il faut donc trouver un canevas pour ne conserver que les parties originales mais certains auteurs ne veulent pas voir leur article amputé. Il est plus grave encore que la moitié des articles ne soient pas publiables tels quels car très insuffisants. C'est pourquoi seuls les passages intéressants seront publiés, avec une référence. Ce travail doit être effectué pour le mois de septembre, afin de correspondre au devis remis au Ministère de l'Environnement.

Le contrat de 70 000 F accordé par la D P N pour monter «*l'inventaire documentaire et critique sur l'histoire des espaces protégés et notamment des parcs nationaux*» nécessite la participation de tous ; un appel est fait aux membres afin qu'ils envoient au Secrétaire Général des références bibliographiques sur le sujet et des photocopies d'articles très significatifs, lorsqu'ils en trouvent.

Le fascicule 3/1983 comprendra l'article de MM. LEPART et ESCARRE, financé par le PIREN ; la bibliographie n'étant pas conforme doit être révisée par les auteurs.

Le nouveau mode d'impression du Bulletin va être essayé sur le numéro 4/1982, en conservant le format actuel. Le format sera légèrement agrandi en 1984 (21 × 29,7) pour éviter les pertes de papier. En outre les pertes seront réduites par l'utilisation des pages blanches pour la publicité ; on peut aussi y glisser les analyses de fin de Bulletin. Monsieur DAJOZ, qui a contacté les éditeurs susceptibles de fournir de la publicité, n'est pas optimiste ; en tous cas, pour 1983, le budget est clos. Les firmes d'optique pourraient être pressenties pour l'envoi d'une lettre circulaire

À une question posée sur le Comité de lecture et son efficacité, il est répondu que les membres du Conseil sont lecteurs, qu'ils s'entourent en plus des spécialistes concernés, et que le Comité est sévère sur ses appréciations.

ACTIVITÉS DIVERSES DE LA SOCIÉTÉ

Une discussion générale s'instaure autour des propositions de M. MASSOUD. Un constat : il est difficile d'innover car les réunions des Sociétés n'attirent plus leurs membres.

Les Assemblées générales peuvent être rendues plus attrayantes par l'organisation jointe d'une journée annuelle autour d'un thème. En conséquence, l'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU SAMEDI 28 JANVIER 1984 sera jumelée à une journée dont le thème est à définir, le VENDREDI 27 JANVIER 1984. Il est décidé de contacter les Sociétés actives : Zoologie, Botanique, Limnologie, Écophysiologie, Biogéographie, etc... Géographie et Géologie de terrain, pour

certaines manifestations.

L'instauration d'un prix annuel est proposée et le Conseil est d'accord, mais il faut le définir ; le Conseil convie la Commission du Prix. Après discussion, il est décidé d'attribuer :

— Un Prix de la Société d'écologie à un travail au niveau thèse de 3^e cycle,

— Un Prix Charles SAUVAGE à une thèse d'État ou équivalent

La prochaine Assemblée Générale devra donner son aval et voter sur les propositions de noms qui lui seront faites. Un appel de candidatures sera ensuite fait pour 1985 ; les candidats devront déposer un dossier valable

AFFIRMATION DE LA POSITION DE LA SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE EN FRANCE

L'écologie est actuellement très malmenée par les décideurs. La suppression de la section d'écologie du C.N.R.S. est le reflet de cette volonté de barrage. L'affaire du vote dans cette section est largement évoquée et la difficulté d'attribuer souvent le nombre de voix aux candidats élus. Le Collège des Enseignants du Supérieur a 3 élus, celui du C.N.R.S. également. Le Ministère nomme les 9 autres : 4 sur une liste et 5 en dehors du C.N.R.S. et de l'Université (J.N.R.A. surtout, O.R.S.T.O.M.). Un consensus est obtenu : la Société prendre part à la Commission du C.N.R.S., afin que ne soient pas déviés les concepts de l'écologie. J.C. LEFÈVRE se propose de faire le point sur ce que doivent être les outils de compréhension du fonctionnement des écosystèmes.

Le Président est mandaté pour réfléchir, avec J.C. LEFÈVRE et Z. MASSOUD, aux termes d'un article à faire paraître dans la presse. Il est du devoir de la Société de s'engager publiquement.

Les problèmes de la régionalisation se posent aussi. Face au fait qu'il y a maintenant une prise en compte réelle de l'écologie dans les régions, à la suite des États Généraux de l'Environnement. Or il existe une certaine coupure entre la Société d'écologie et les Associations de Protection de la Nature, associées à la régionalisation. Un peu partout les décideurs sont de plus en plus demandeurs, et les Administrations ont besoin de dossiers d'information. Ils sont incapables de transcrire, dans la pratique les résultats de la recherche ; ainsi à Montpellier, l'I.A.R.E. transpose au terrain les résultats du C.E.P.I.

Le Bulletin peut ouvrir une rubrique « Points de vue » où des articles d'actualité seront publiés (prises de positions personnelles).

Les taxicoules affectés à des sujets spéciaux ne sont mêmes pas considérés comme « taxicoules », par exemple « les Landes », en Bretagne, alors que le Colloque franco-anglais sur ce thème s'est tenu sur place.

Une disparité existe entre la demande locale et offre nationale (travail en cours au Ministère de l'Environnement). Une imperméabilité se manifeste entre les Universités et les services de l'Agriculture entre autres. C'est tout cela qu'il faut changer au plan régional.

En résumé, il faut bien sinder

— les problèmes qui concernent les régions, où la Société peut être porte-parole ;

— les questions purement scientifiques qui doivent rester à

l'échelle nationale. Il faut se battre pour éviter une pulvérisation de l'écologie au niveau national

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES DANS LE SECOND DEGRÉ — COLLOQUE

La Société s'en est toujours préoccupée puisqu'elle a organisé les Colloques d'Orsay et de Lyon, pour en discuter

Actuellement on introduit l'enseignement de l'écologie en classe de seconde mais on supprime celui de l'histoire naturelle au départ

Il faut organiser une réunion de réflexion entre les Sociétés d'écologie, Zoologie, Botanique et l'A.P.B.G. Le Président contacte cette Association. Toutefois la Société pourrait déjà intervenir en publiant un article de fond, elle étudierait, aussi, le document de la commission de travail qui fait appel aux suggestions possibles

Le Colloque devrait avoir lieu en novembre 1984 ; des éléments d'information seraient fournis à l'A.P.B.G.. Au niveau de chaque région, des milieux typiques pourraient être indiqués aux professeurs du second degré pour leurs travaux, sans préciser les stations, et dans le cadre d'une approche générale des questions. Ne pas oublier les milieux cultivés, vergers, cultures, ... et intéresser les agronomes à l'opération. On peut utiliser Grignon, les Centres I.N.R.A., les laboratoires divers et stations de terrain

AUTRES COLLOQUES 1983/1984

Colloque : « ALLOCATION ET PARTAGE DES RESSOURCES » en cours de montage, 1983 (MM. LAVELLE et MEYER). Le Président souhaite une participation des botanistes.

Colloque : « INDICATEURS BIOLOGIQUES » 84. Les présentations devront être aussi synthétiques que possible : Communications, posters. Organisation : MM. BLANDIN, BELLAN, BOURNAUD. Le Ministère de l'Environnement organise une réunion préparatoire en septembre :

■ table ronde sur milieu marin (Mme FUSTEC).

Une liste des intervenants est à établir. Il convient de rassembler les utilisateurs potentiels qui formulent des demandes (Direction des Parcs, etc.) et fournir la réponse des scientifiques. Le canevas de pré-réunion de l'Éco-développement de l'I.N.R.A. pourrait être utile.

Il faut adopter ce thème pour la journée jumelée à l'Assemblée Générale 1984.

Colloque : « PROBLÈMES DE LA PRÉDATION CHEZ LES VERTÉBRÉS ».

Le Président pense que la Société pourrait organiser une rencontre entre les écologistes et les responsables des activités cynégétiques, en nous réunissant avec les Sociétés de Mammalogie, d'Herpétologie et d'Ornithologie, en 1984. Ce serait une rencontre entre scientifiques et utilisateurs

REPRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ AU COMITÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES

Le représentant nommé est Monsieur Z. MASSOUD

CONSEIL DU 26 NOVEMBRE 1983

Présents : MM. BOURNAUD, CHARLES, DAJOZ, GRISON, IAMOTTE, MASSOUD, PESSON, RIOUX, Mme RICOU.

Excusés : MM. DE BEAUFORT, BELLAN, BLANDIN, COINEAU, DECAMPS, LAUBIER, LEFÈVRE, LOSSAINT, OZEN-DA, DELAMARE-DEBOUTEVILLE.

Lecture est faite de la liste des demandes d'admission (membres et abonnements) et des démissions ; le solde est largement positif

CRÉATION D'UN BULLETIN DE LIAISON INTERSOCIÉTÉS

Monsieur PESSON soumet à l'approbation un projet de création d'un Bulletin de liaison en commun avec trois Sociétés proches : Ecophysiologie, Biogéographie, Limnologie.

On pourrait envisager trois numéros par an, ronéotypés, pour assurer une rubrique sur la « Vie des Sociétés », un numéro d'hiver, un de printemps, un de rentrée, assez légers pour être lus et vivants.

Les projets de Colloques, une liste des thèses en préparation, des comptes rendus de colloques en attendant la publication, et une liste des ouvrages nouveaux intéressants les écologues, une fois par an, enfin les informations sur les Assemblées Générales et les séances de Conseil propres à chaque Société. Chacune diffuserait ce Bulletin à ses membres. Monsieur PESSON prendra contact avec les représentants des Sociétés en question début 1984.

Il faut étudier la charge financière et matérielle. Compte tenu du nombre total des membres un budget est demandé à Monsieur de BEAUFORT pour un tirage à 700 exemplaires environ.

Si la création a lieu, un membre devra être responsable de la rédaction.

PROBLÈMES DU BULLETIN

Le Numéro spécial de l'Environnement 1982, est au tirage, sauf un article dont la correction d'épreuve a été trop tardive. La grève du tri postal a retardé sa parution, précisément l'annonce de l'Assemblée Générale et du Colloque, et l'appel des candidatures pour le renouvellement du Conseil.

Le fascicule 3 du tome 14-1983 est en fabrication avec quatre articles, dont un très important a fait l'objet d'une subvention PIREN/CNRS.

Le fascicule 4 devait être le numéro spécial du Ministère de l'Environnement sur l'« Écologie ». Or, le manuscrit a été examiné par les deux responsables désignés et ne peut être publié tel quel à cause de nombreuses redites entre les auteurs des articles, entre les communications des colloques de Lyon et de Sevan.

D'autre part, la Commission d'audit de M. DI CASTRI (Écologie) a remis son rapport qui va paraître sous forme d'un livre blanc, à la Documentation française, le propriétaire du rapport étant le M I R Vu l'intérêt de ce document, M. GRISON souhaiterait une large réunion des écologistes pour en discuter. De même, en décembre, sort le rapport de la Commission de M. HENRY (Environnement).

De la discussion du Conseil, entre l'opportunité d'organiser une Assemblée Générale extraordinaire sur ces documents ou un colloque (mais le sujet est trop large), il ressort que l'on peut organiser des Journées de la Société en mai 1984, en invitant les deux rapporteurs.

Il convient donc de faire paraître un numéro 4 non spécial avec les articles qui sont prêts, soit ceux de Mme LECOMTE-FINGER et de MM. MARTIN et THIBAUT, RAFFIN et LEFEUVRE, TOFFART.

Le numéro spécial pourra être la publication du Colloque « Indicateurs biologiques » mais il faudra exiger, le jour même, la remise des manuscrits par les auteurs.

Monsieur RIOUX propose d'envoyer un jeu de la grande carte sur les mangroves en Guadeloupe, avec les gîtes des moustiques. Elles est éditée en couleurs ; il peut en envoyer un nombre correspondant au tirage du Bulletin, avec une explication, pour insertion dans le prochain fascicule. Proposition acceptée avec intérêt.

PARUTIONS DANS LES BULLETINS SIGNALÉTIQUES

Current Contents accepte de publier les sommaires du Bulletin, à condition que les auteurs fournissent un titre en anglais et un résumé

en anglais avec les mots-clés. Les instructions aux auteurs ont été modifiées dans ce sens. Le n°4-1982 paraîtra au C C.

Le CNRS demande le service gratuit du Bulletin pour analyse par le système Pascal. Nous rappelons que ce service était assuré en échange de la subvention, mais le CNRS s'en étant désengagé n'a plus reçu le Bulletin depuis le n°1-1982. En conséquence le CNRS doit s'abonner et payer, sinon il ne recevra que les sommaires.

Une demande d'échange de publications avec la Tchécoslovaquie ne peut avoir de suite, la Société ne disposant pas d'une bibliothèque.

COLLECTIONS

Leur constitution est en cours. Mme BERTHELOT en a déjà réuni 14 en cartons. Le stock de Gap a été récupéré ainsi que celui de Brunoy. Un encart dans le fascicule 4-1982, le prochain à paraître, annoncera le prix de vente des 13 tomes, soit 1 500 F, port en plus.

Le Bulletin de liaison pourrait en assurer une relance en publiant les sommaires des 13 tomes.

LES PRIX DE LA SOCIÉTÉ

Après discussion sur l'opportunité de choisir 1 ou 2 candidats pour le « Prix de la Société » et sur le profil désiré, il est décidé d'attribuer deux prix à des étudiants dont la thèse a été reconnue brillante et qui, de plus, assurent un suivi par des articles sur le sujet.

Pour le moment, il s'agit de deux prix de 500 F : une demande a été adressée à Naturalia et Biologia qui dispose de fonds spéciaux et s'il y a suite, une révision du montant sera faite.

La Commission des prix est constituée par le Conseil qui se réunira, pour un choix, avant le Colloque de l'Assemblée Générale, le 27 janvier prochain, entre 9 h et 10 h. Toutefois l'Assemblée Générale qui suivra devra donner son accord sur le principe d'attribuer des prix, avant que ceux-ci soient annoncés.

Il a été demandé à tous les conseillers de proposer des candidats, il y en a quatre actuellement. Une lettre circulaire doit être immédiatement adressée aux conseillers non présents ainsi qu'aux responsables de DEA, afin qu'ils nous adressent un rapport de présentation d'une page sur les thèses valables, avec suivi, dont ils ont connaissance, et ceci avant le 15 janvier.

Il est rappelé à l'ensemble des membres du Conseil qu'ils doivent envoyer leurs résumés de thèses au Secrétaire Général.

Le prix SAUVAGE, qui est honorifique, est destiné à récompenser l'œuvre d'une personnalité qui s'est distinguée, non seulement par ses travaux, mais aussi par ses actions en faveur de l'écologie. Le Président rédigera un rapport sur les propositions faites. L'A.G. devra donner son accord sur le principe, avant promulgation.

VIE DE LA SOCIÉTÉ. PROPOSITIONS

Un débat s'est élevé sur l'opportunité de rétablir l'appellation « Société française d'Écologie » ; les avis sont très partagés.

Relance : Une lettre, (projet P. BLANDIN) est remise au Président pour être adressée à 1.000 personnes, après consultations du fichier d'Acta Oecologia. C'est un appel d'adhésion. À ce sujet, Mme BERTHELOT rencontrera Mme DOUCET pour échanger les fichiers.

Le Conseil autorise également la proposition faite par Acta Oecologia d'offrir des abonnements à tarifs réduits aux membres de la Société, après consultation de son fichier.

Vie régionale

Est-il encore possible pour la Société de trouver un creneau ? Au terme de tant d'années où les membres ont pris la responsabilité de nombreuses actions, en province, mais sous d'autres casquettes que la Société, on ne voit pas de possibilité.

Il ne peut s'agir que de l'organisation de colloques, peut-être en liaison avec les spécialisations de membres du Conseil responsables

de DEA, par exemple, s'ils ont une structure autour d'eux.

La Société ne désire aucun engagement, de quelque nature qu'il soit, autre que strictement scientifique et ne veut pas que ses membres puissent prendre une position en son nom.

Relations avec l'AFIE (Association Française des Ingénieurs Écologistes) : M. LAGAUTERIE, Président de l'AFIE, a demandé à s'exprimer devant le Bureau sur les relations possibles avec la Société et sur une participation au Colloque qu'il organise sur les études d'impact.

Activités thématiques : La possibilité de lancer des «réseaux» de réflexion sur les thèmes est évoquée à la suite de la proposition de M. BARDIN relative à la Biologie du Sol. Attention aux termes pour ne pas recouper ceux du CNRS. Des propositions seront reçues, si des membres sont volontaires pour créer ces groupes.

Colloques : Le programme du Colloque «Indicateurs biologiques» est communiqué ; douze interventions sont prévues.

Le Colloque sur l'Enseignement de l'Écologie dans le Secondaire primaire car l'APBG n'a pas répondu au Président. Dans ces conditions, nous organiserons les Journées sur les rapports DI CASTRI et HENRY, et nous verrons ensuite.

Ceux qui ont des propositions nous les adressent. Nous avons reçu «La déprise rurale et ses conséquences écologiques». La Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles publie une revue d'information et nous a proposé de faire paraître l'annonce de nos colloques ; nous lui fournirons nos documents à l'avenir et adhérons à la Fédération.

Échanges d'idées sur les propositions de définitions relatives à l'écologie : M. MASSOUD a proposé l'ouverture d'une tribune dans laquelle les membres pourraient discuter des concepts de l'écologie. À la suite de l'intervention de M. EL KAIMOUR l'équivoque du terme «communauté» qui est employé différemment selon les spécialistes, une réflexion sur le sens des termes : communauté, peuplement, biocénose, est lancée.

Intécol : La Société étant membre de l'Intécol reçoit le Bulletin et le Newsletter. L'annonce des colloques qui y figure est intéressante et pourra paraître dans le Bulletin de liaison envisagé.

Convention DPN : Les documents sont réunis et le contrat sera remis au Ministère en fin d'année.

Félicitations à M. OZENDA ; Membre du Conseil, élu Académicien, la Société lui adresse toutes ses félicitations.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 27 JANVIER 1984

RAPPORT MORAL (Secrétaire Général)

Lors de la dernière Assemblée Générale qui s'est tenue le 28 janvier 1983 à Paris, nous avons déploré que la Société ne se manifeste qu'à travers la publication du Bulletin d'Écologie.

Aussi nos actions, si elles ont été orientées vers la continuation de cette publication et le maintien de sa qualité, ont visé à développer une nouvelle vie de la Société.

En ce sens nous avions prévu : Colloques, contacts avec d'autres Sociétés proches dans leur motivation, création de prix, relance auprès de membres et abonnés potentiels en France, ouverture d'une tribune d'expression scientifique dans le Bulletin, reprise de contacts avec les autres Sociétés d'Écologie européennes.

Pour réussir une relance, il fallait revoir le chapitre des dépenses imputables à l'édition du Bulletin ; afin de réduire ces frais, nous avons trouvé un autre mode et à partir du n°3/1983 la composition et l'impression seront assurées par un atelier à Montpellier qui a déjà réalisé le deuxième fascicule sur les zones humides du tome 13 récemment publié. Il nous reste, ainsi une marge de manœuvre suffisante pour financer quelques actions.

S'assurer des recettes est une autre nécessité. Outre celles qui proviennent de l'extérieur : Ministère de l'Environnement pour l'édition d'un numéro spécial, participations diverses pour des articles qui dépassent le nombre de pages fixé, il est indispensable d'augmenter le nombre des membres cotisants et des abonnés.

C'est en ce sens que le dépouillement de l'ancien fichier et la mise en place d'un nouveau, avec les adhérents qui cotisent réellement, a été terminé en 1983. En ont été sortis tous les noms des membres n'ayant pas versé leur cotisation les deux années avant l'élection du nouveau Bureau, et cette opération a donné les nombres exacts de 227 abonnés et 59 membres non abonnés, auxquels il faut ajouter 35 rappels encore en cours.

Une lettre expliquant les buts de la Société a été envoyée à 1.000 personnes, la liste ayant été établie d'après le fichier de l'École Normale Supérieure. Les réponses enregistrées jusqu'à maintenant, car elles est d'envoi récent, nous font ajouter 21 abonnés et 15 membres non abonnés, de sorte que, début 1984, les totaux respectifs s'élèvent à 248 et 74, soit 322 membres de la Société d'Écologie.

Clarification et relance sont les éléments indispensables pour assurer une vie normale de la Société. Rappelons que le rapport de la Mission de CASTRI, remis au Ministère de l'Industrie et de la Recherche, souligne l'importance de développer en France une Société d'Écologie forte, si nous y réussissons, ce sera la preuve de la volonté des scientifiques de s'affirmer, sinon ce sera celle d'une certaine démission par rapport à une situation qui fait l'objet de notre inquiétude. Il est donc temps d'affirmer son choix.

Nous voulons ouvrir un large débat sur cette question, c'est pourquoi le 2e colloque de la Société en 1984, au lieu de se consacrer à l'Enseignement de l'Écologie dont les éléments ne sont pas prêts, sera affecté à la présentation par MM. DI CASTRI et HENRY des rapports respectifs de leurs missions. Ce sera une journée en mai dont l'annonce va être proche. Rappelons que le rapport de M. DI CASTRI a été remis au M.I.R., qu'il sera publié à la Documentation française, que le spécial «Écologie» de notre Bulletin publiera les annexes, que M. HENRY va remettre incessamment son rapport au Ministère de l'Environnement.

Nous pensons repousser le Colloque sur l'Enseignement de l'Écologie à l'Assemblée Générale 1985, fin janvier — date fixe : derniers vendredi et samedi du mois. De plus nous jumelons A.G. et Colloque, comme cette année où le thème fut celui des Indicateurs biologiques.

Nous nous sommes associés au Colloque «Allocation et partage des ressources» organisé à l'École Normale Supérieure, en novembre, qui a connu un bon succès par le nombre des communications et la

fréquentation du public.

D'autre part, la Société a remis au Ministère de l'Environnement un travail de recherche bibliographique et de synthèse sur l'histoire des espaces protégés en France et s'associera à la Direction de la Protection de la Nature pour la suite de la préparation d'un ouvrage sur ce thème.

Le Bulletin est un moyen d'expression tant pour publier nombre d'articles, que pour faire connaître les Colloques organisés, mais aussi pour contribuer à animer la vie de la Société. Ainsi, une petite rubrique « *Vie de la Société* » y a été adjointe pour informer les membres, notamment les non-abonnés qui ne recevaient plus rien depuis la suppression du bulletin d'information. Toutefois nous souhaitons créer un groupement avec des Sociétés proches, pour un bulletin de liaison commun, et le Président vous en parlera.

En ce qui concerne le Bulletin lui-même, le bilan suivant, établi par le Secrétaire Général adjoint, montrera que nous n'avons plus qu'un trimestre de décalage, situation pratiquement normale.

Compte-rendu du Bulletin d'Écologie : bilan depuis 1982

Comité de lecture

Articles reçus	37	
— en cours de lecture	3	
— cas traités	34	
— acceptés directement	5	soit 15 %
— acceptés sous réserve de modifications ..	13	soit 38 %
— demandes de remaniements importants ..	6	soit 18 %
— refusés	10	soit 29 %

Parution. Tome 13 (1982) — Terminé avec beaucoup de retard à cause du n° spécial ZONES HUMIDES, paru fin 1983.

Tome 14 (1983) — Publication entamée sans attendre la fin du tome 13.

- n°1 paru
- n°2 paru
- n°3 : va sortir incessamment
- n°4 : est à la composition

Prévision. Tome 15 (1984)

- n°1 : numéro spécial « *Écologie* » (DI CASTRI)
- n°2 : conférences « *Indicateurs biologiques* »
- n°3 & 4 : numéros ordinaires

+ éventuellement, « *Colloque international sur les Vertébrés terrestres et dulçaquicoles des îles méditerranéennes* » sur proposition de J.N. LHERITIER, avec financement, au moins partiel, peut-être total.

Pour animer la vie de la Société, nous avons réfléchi à une relance des groupes régionaux, cet aspect s'avère difficile, dans le cadre d'un fonctionnement régulier, à cause des sollicitations des chercheurs en province. L'AFIE* souhaite une collaboration importante avec la Société, mais aucun projet n'a encore été étudié et d'autres schémas peuvent être mis au point. La vie régionale s'est surtout exprimée, auparavant, par l'organisation de Colloques de niveau national, qui ont connu un grand succès, mais des problèmes de trésorerie se sont posés qui ont entravé l'action des responsables sur place. En résumé, une relance de la vie régionale est liée à celle de l'augmentation du nombre des membres.

Une participation plus active des membres peut être assurée de plusieurs manières.

— l'ouverture d'une tribune dans le Bulletin, lancée fin décembre elle permettra aux membres de discuter des concepts de l'écologie à travers un certain nombre de définitions. Une réflexion a lieu sur trois termes, actuellement : peuplement, biocénose, communauté ; nos réponses sont publiées.

— deux prix ont été créés : un prix de la Société, avec deux attributions à des étudiants dont la thèse a été reconnue brillante et qui en assurent le suivi, un prix SAUVAGE, qui est honorifique, pour récompenser l'œuvre d'une personnalité en faveur de l'écologie et en publications qu'en actions. Le Président vous en exposera les modalités et demandera l'accord de l'A.G. sur ces propositions.

— le lancement de réseaux de réflexion sur des thèmes proposés ; des propositions ont été faites au niveau de la biologie du sol. Nous souhaitons que ces groupes soient placés sous la responsabilité d'un membre du Conseil compétent dans la spécialité.

En ce qui concerne les rapports internationaux de la Société, l'adhésion à Intecol assure l'annonce des colloques, l'accès à Current Contents permet de publier les sommaires du Bulletin, mais nous n'avons pas repris contact avec les autres Sociétés d'écologie européennes à la suite de la protestation envoyée à l'occasion du 3e symposium européen d'écologie (Lund).

Dans l'effort de relance effectué, on remarquera que le montant des cotisations n'a augmenté ni en 1983 ni en 1984 et que celui de l'abonnement reste le même pour 1984. Pour 1985, nous comptons augmenter l'abonnement de 5 %, donc passer de 180 à 190 F, et en ce qui concerne la cotisation, les débats sont ouverts car le montant dépendra du financement de l'éventuel bulletin de liaison.

LES PRIX (président)

Prix de la Société

Qu'offrira la Société pour les deux étudiants choisis ? Des sont en instance auprès des libraires, mais un membre du Conseil pense qu'on pourrait offrir un abonnement au Bulletin pendant 10 ans, ou une collection complète des anciens numéros.

Peut-on offrir un prix à un non membre ? Oui, mais les collègues qui paraîtront le lauréat devront l'être.

Le jury serait composé ainsi :

Secrétaire Général	} membres de droit	
Président		
4 membres du Conseil	} désignés chaque année	
3 membres de la Société, non conseillers, spécialistes désignés par le Conseil		

Date limite de dépôt de dossier : 30 JUIN

Remise du prix à l'A.G.

Une mesure intermédiaire est adoptée cette année pour les six thèses déposées avec remise du prix lors d'une prochaine réunion du Conseil.

Prix Sauvage

On a pensé à un jury composé des anciens présidents et de deux membres de droit. Mais des problèmes se posent car nombre de Conseillers pourraient le recevoir. Aussi le jury devrait-il être indépendant du Conseil.

Après discussion, la solution suivante a été adoptée : une Commission, composée de droit, du Secrétaire Général, du Président, des Présidents honoraires, proposera des noms de personnalités estimées (2 à 4, au maximum), et l'A.G. votera pour désigner le lauréat.

LE BULLETIN DE LIAISON (Président)

Le Président présente les bulletins de liaison édités par d'autres sociétés : la Société de Biogéographie, la Société française de l'Immo-

* Association Française des Ingénieurs Écologues

logie, la Société d'Ecophysiologie. Par ailleurs, la Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles publie une Revue comprenant une rubrique « Vie des Sociétés » et l'ensemble des sommaires des bulletins publiés par ses Sociétés membres. d'où l'hypothèse d'y intégrer une publication spécifique inter-Sociétés d'Ecologie comprenant des informations sur la vie de l'Ecologie professionnelle et les sommaires de revues étrangères d'écologie.

Des contacts ont déjà été pris avec les Sociétés mentionnées plus haut et avec M. PUJOL de la Fédération. Ils seront poursuivis pour mettre au point un tel projet.

L'A.G. est favorable au maintien de la coordination existante au sein de la Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles (F.F.S.S.N.) dont la Société d'Ecologie est membre.

L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCOLOGIE

L'A.G. rappelle la décrepitude de l'enseignement de l'histoire naturelle dans le Primaire et le Secondaire.

Une discussion devrait être entreprise avec les autres Sociétés et notamment l'Association des Professeurs de biologie et de géologie (A.P.B.G.). La F.F.S.S.N. a publié intégralement le rapport TAV-LITZKI sur la situation de l'enseignement de la Biologie.

ADHÉSION À L'U.I.C.N.

La possibilité d'adhérer est posée par M. RAMADE. Le Conseil examinera la question mais plutôt par le canal de la F.F.S.S.N. ou d'une autre union associative.

RENOUVELLEMENT DU CONSEIL

12 conseillers sont à élire au titre du renouvellement du Conseil par moitié tous les deux ans ; le Bureau est prolongé jusqu'en 1986, exceptionnellement.

Votants :	113
Votes exprimés :	111
Votes nuls :	2

Majorité absolue : 56 voix

Ont obtenu :

Ph. LEBRETON	110
G. RICOU	110
R. DELPECH	109
R. GUYETANT	109
M. LAMOTTE	107
J.M. LEGAY	107
Z. MASSOUD	107
B. GILOT	106
Ch. BOUDOURESQUE	105
P. PESSON	105
Cl. GRENOT	104
BARBAULT	100

ÉLU

Ont obtenu des voix :

C. LONG	5 voix
S. FRONTIER	4 voix
R. CARBIENER	1 voix

MM. BOTTNER, DAMANIEZ et GODRON ont obtenu chacun 1 voix, sans être éligibles.

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 27 JANVIER 1984
RAPPORT FINANCIER
 Comptes du 28.01.1983 au 27.01.1984



I - COMPTE-COURANT C.C.P

AVOIR au 28.01.1983 = 135 402,13 F

DÉPENSES

● **SECRÉTARIAT GÉNÉRAL** = p. m.
 (estimés à environ 10 % des frais de personnel et de secrétariat)

● **BULLETIN** 164.124,49 F
 dont :
 édition 121 874,30
 personnel 34.533,61
 secrétariat 7 716,58

● **DIVERS**
 (paiement TVA, adhésions,
 remboursements de ventes)

TOTAL 169.790,79 F

RECETTES

● **COTISATIONS** 22 051,00 F

● **BULLETIN** 150 002,52 F
 dont :
 ventes abonnements 125 002,52
 particip. Piren 25.000 000

● **SUBVENTION** 150.000,00 F
 Ministère Environnement

● **CONTRAT recherche** 35.058,00 F
 Ministère Environnement

● **DIVERS** 4.719,82 F
 (remboursement de TVA et de frais postaux)

AVOIR au 27.01.1984 = 327.406,68 F

BILAN DE CONTRÔLE = Avoir 28 01 1984 135.402,13 F

Recettes :	+ 361 795,34 F
	— 497 197,47 F
Dépenses :	— 169 790,79 F
Avoir 27.01 1984	= 327.406,63 F

II — COMPTE BANCAIRE C.I.C.

AVOIR au 28 01.1984 = 5 215,70 F

DÉPENSES

Tenue de compte : 75,90 F

RECETTES

Coupon = 83,70 F

AVOIR au 27 01.1984 = 5.223,50 F

III — 1 obligation S.N.C.F. à 9,3 % à 1 000,00 F évaluée à 856,27 F

LE TRÉSORIER

F. de BEAUFORT

LES COMMISSAIRES AUX COMPTES

P. LOSSAINT

J A RIOUX

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 14, 1983

C. ARLÈS. — Une méthode de cartographie de l'irradiation directe solaire journalière	193
R. CARBIENER. — Le Grand Ried central d'Alsace : écologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane	249
J.J. COLLICARD et G. CARLIER. — Paramètres relatifs à l'eau dans les feuilles de châtaigniers (<i>Castanea sativa</i> Mill.) de taillis du Bas-Dauphiné	201
M. DESIÈRE. — Écologie des Coléoptères coprophiles en prairie permanente pâturée. I — Caractéristiques des populations de Coléoptères adultes coprophiles. Phénologie et dynamique saisonnière	99
B. DOCHE. — Contribution à l'étude d'une séquence majeure du dynamisme végétal dans l'étage montagnard granitique du Massif central (Cantal)	79
B. GILOT, M. PUECH et J. GIREL. — Les Cuticidés exophiles et mammophiles dans le nord de l'Isère : Essai de cartographie à visée épidémiologique, à grande échelle, en période estivale	179
O. GUELORGET, G.F. FRISONI et J.P. PERTHUISOT. — Caractérisation écologique des milieux en domane paralyse	25
R. LECOMTE-FINIGER. — Régime alimentaire des civelles et anguillettes (<i>Anguilla anguilla</i>) dans trois étangs saumâtres du Roussillon	297
G. LEMEE. — Érosions anciennes et actuelles sur les pentes de sables en forêt de Fontainebleau	87
J. LEPART et J. ESCARRE. — La succession végétale, mécanismes et modèles. Analyse bibliographique	133
J.L. MARTIN et J.C. THIBAUT. — Les oiseaux de la Réserve naturelle de Seandola (Corse) : inventaire et structure des peuplements	279
A. MEINESZ, J.R. LEFÈVRE, J.P. BEURIER, C.F. BOUDOURESQUE, R. MINICONI et J. O'NEILL. — Les zones marines protégées des côtes françaises de Méditerranée	35
J.P. RAFFIN et J.C. LEFEUVRE. — Réflexions sur la gestion d'un Ongulé sauvage dans les zones protégées : le cas du Chamois <i>Rupicapra rupicapra</i> L. dans les Alpes françaises	241
J.L. TOFFART. — Le peuplement des racines de palétuviers en Guadeloupe (Antilles françaises) : I — Analyse floristique et faunistique : méthodologie et premiers résultats	227
J. TROUILLET. — Recherches bioécologiques dans la région de Yaka-Yaka (Congo). IV — Structure et variabilité d'un peuplement de Phlébotomes de savane (<i>Diptera</i> , Psychodidés)	1
J. TROUILLET. — Recherches bioécologiques dans la région de Yaka-Yaka (Congo). V — Structure et variabilité d'un peuplement de Phlébotomes de forêt (<i>Diptera</i> , Psychodidés)	67
RÉSUMÉS DE THÈSES	51, 119, 213, 307
ANALYSES D'OUVRAGES	59, 127, 223, 319
VIE DE LA SOCIÉTÉ	329



TABLE DES MATIÈRES DU TOME 14, 1983

101	1. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
102	2. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
103	3. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
104	4. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
105	5. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
106	6. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
107	7. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
108	8. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
109	9. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
110	10. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
111	11. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
112	12. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
113	13. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
114	14. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
115	15. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
116	16. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
117	17. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
118	18. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
119	19. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
120	20. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
121	21. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
122	22. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
123	23. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
124	24. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
125	25. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
126	26. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
127	27. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
128	28. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
129	29. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
130	30. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
131	31. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
132	32. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
133	33. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
134	34. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
135	35. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
136	36. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
137	37. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
138	38. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
139	39. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
140	40. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
141	41. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
142	42. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
143	43. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
144	44. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
145	45. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
146	46. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
147	47. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
148	48. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
149	49. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
150	50. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
151	51. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
152	52. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
153	53. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
154	54. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
155	55. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
156	56. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
157	57. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
158	58. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
159	59. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
160	60. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
161	61. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
162	62. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
163	63. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
164	64. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
165	65. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
166	66. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
167	67. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
168	68. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
169	69. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
170	70. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
171	71. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
172	72. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
173	73. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
174	74. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
175	75. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
176	76. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
177	77. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
178	78. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
179	79. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
180	80. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
181	81. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
182	82. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
183	83. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
184	84. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
185	85. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
186	86. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
187	87. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
188	88. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
189	89. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
190	90. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
191	91. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
192	92. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
193	93. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
194	94. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
195	95. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
196	96. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
197	97. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
198	98. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
199	99. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957
200	100. L'ARTICLE 41 — Les textes de l'article 41 de la loi du 11 mars 1957

Le Directeur de la Publication : G. RICO

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou des ayants-droits ou ayants-cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Photocomposition-Maquette, Ch. L'HÉRITIER - COMPO-SCIENCE, 34270 Les Matelles
Imprimerie TECHNIC-OFFSET, 34680 St. Georges d'Orques — Imprimé en France.
Numéro d'inscription à la Commission Paritaire : 50062



INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Seuls les membres de la Société à jour de leur cotisation peuvent publier dans le Bulletin. Dans tous les cas les articles proposés seront soumis à un Comité de Lecture composé par le Conseil de la Société d'Écologie. Sauf dérogation spéciale les articles ne devront pas dépasser 20 pages imprimées. Les clichés photographiques sont à la charge des auteurs.

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne au recto seulement de feuilles numérotées, seront présentés sous leur forme définitive, et rigoureusement soignés dans le fond comme dans la forme. Ils seront fournis en 3 exemplaires (texte et figures). Les noms propres devront être en capitales ou souligné d'un double trait. Le titre du manuscrit devra être suivi du prénom et du nom du ou de chacun des auteurs, de leur adresse, ainsi que de l'adresse du laboratoire dans lequel le travail a été effectué. Les auteurs éviteront, sauf nécessité impérieuse, les abréviations autres qu'usuelles; les notes infrapaginales, exceptionnelles et courtes, seront numérotées de 1 à n du début de l'article à la fin. Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs; elles devront être conformes au modèle suivant :

DE BACH (P.) et SUNDBY (R.A.), 1963. — Competitive displacement between ecological homologues. *Hilgardia*, 34, p. 105-166.

Le titre des périodiques sera abrégé d'après les règles internationales de nomenclature (*World list of scientific publications*, 4^e édition). Tout article de plus de 4 pages imprimées sera précédé d'un résumé en anglais ou en allemand. Ce résumé sera conforme au Code du bon usage en matière de publications scientifiques (UNESCO/NS/177).

Les dessins, exécutés à l'encre de Chine sur papier calque, bristol ou carte à gratter, ainsi que les photos, devront être groupés de façon à éviter le plus possible des frais de mise en page. La réduction souhaitée sera indiquée sur chaque figure. On évitera de fournir des données chiffrées à la fois sous forme de tableaux et de graphiques. Les manuscrits qui ne seront pas présentés suivant ces normes seront renvoyés à leurs auteurs.

Un jeu d'épreuves accompagnées des illustrations est envoyé aux auteurs qui devront retourner l'ensemble après correction et indication de l'emplacement souhaité pour les figures, au plus tard dans un délai de dix jours.

Les membres de la Société peuvent publier dans le Bulletin des travaux originaux, et des mises au point sur des sujets se rapportant aux divers domaines de l'Écologie Générale et Appliquée. Les manuscrits doivent être envoyés au Secrétaire Général.

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

C/O Secrétariat Faune-Flore
57, rue Cuvier
75231 PARIS CEDEX
Tél. 336.54.22

C.C.P. 30 279 62 D LA SOURCE

N.B. Le Conseil de la Société d'Écologie a décidé de maintenir les adhésions et abonnements au même tarif que pour 1983. Cet effort financier ne pourra être poursuivi que si le nombre de nos abonnés augmente.

TARIF DU BULLETIN D'ÉCOLOGIE POUR 1984

			Librairies 10 % de remise
FRANCE	Abonnement par un particulier (cotisation incluse)	230 F	
	Abonnement par une collectivité (organisme public ou privé) ..	380 F	340 F
AUTRES PAYS	Abonnement par un particulier	300 F	
	Abonnement par une collectivité	400 F	360 F
	Cotisation simple de membre	50 F	

IMPORTANT : Toutes les cotisations doivent être payées directement et de façon impersonnelle à la SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE.

